Paraninfo
ciclos formativos

Documentación técnica en instalaciones eléctricas

Julián Rodríguez Fernández • Álvaro García-Heras Pino

ELECTRICIDAD-ELECTRÓNICA

Paraninfo

Documentación técnica en instalaciones eléctricas

© Julián Rodríguez Fernández y Álvaro García-Heras Pino

Gerente Editorial
María José López Raso

Equipo Técnico Editorial
Alicia Cerviño González
Nuria Duarte González

Editora de Adquisiciones
Carmen Lara Carmona

Producción
Nacho Cabal

Diseño de cubierta
Nobel

Preimpresión
Montytexto

Fotografía de portada
Francisco Robles Vicaria

COPYRIGHT © 2013 Ediciones Paraninfo, SA

Reservados los derechos para todos los países de lengua española. De conformidad con lo dispuesto en el artículo 270 del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte sin la preceptiva autorización. Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este electrónico, químico, mecánico, electro-óptico, grabación, fotocopia o cualquier otro, sin la previa autorización escrita por parte de la Editorial.

Av. Filipinas 50, Bajo A / 28003 Madrid, ESPAÑA
Teléfono: 902 995 240 / Fax: 914 456 218
clientes@paraninfo.es / www.paraninfo.es

ISBN: 978-84-9732-933-0
Depósito legal: M-15300-2013

(11016)

Impreso en España /Printed in Spain
Gráficas Eujoa (Asturias)

Índice

Prólogo XI
Agradecimientos XIII

1. Identificación de la documentación técnica y administrativa 1

1.1. Presentación de la documentación técnico-administrativa 2
1.1.1. Desarrollo de proyectos electrotécnicos . 2
1.1.2. Tipos de proyectos a efectos de tramitación 3
1.2. Documentación técnica asociada a las instalaciones electrotécnicas. 3
1.2.1. Clasificación técnica de las instalaciones eléctricas. 3
1.2.2. Clasificación administrativa de las instalaciones eléctricas. 5
1.2.3. Documentación técnica necesaria en función del tipo de instalación 6
1.3. Contenidos mínimos de la documentación técnica 6
1.3.1. Contenidos de un proyecto 6
1.3.2. Contenidos de una Memoria Técnica de Diseño 7
1.4. Legislación y normativa de aplicación 7
1.4.1. Entorno legislativo 7
1.4.2. Entorno normativo 8
1.4.3. Normativa y reglamentación aplicables a las instalaciones eléctricas de baja tensión 9
1.4.4. Normativa y reglamentación aplicables a las instalaciones eléctricas de alta tensión 10
1.4.5. Otras normas y disposiciones legales de aplicación 10
1.5. Tramitación y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas 11
1.5.1. Certificado de instalación eléctrica 12
1.5.2. Proceso de legalización de las instalaciones 12
1.5.3. Puesta en servicio de las instalaciones .. 12
Mapa conceptual 14
Actividades finales 15

2. El proyecto y la Memoria Técnica de Diseño 17

2.1. Selección de la documentación técnica 18
2.1.1. Instalaciones eléctricas en baja tensión que requieren proyecto. 18
2.1.2. Instalaciones eléctricas en baja tensión que requieren Memoria Técnica de Diseño 20
2.2. Proyecto de instalaciones eléctricas de baja tensión 20
2.2.1. Portada e índice general. 22
2.2.2. Memoria descriptiva. 22
2.2.3. Anexos de cálculos eléctricos 30
2.2.4. Planos de proyecto de obra civil y edificación. 31
2.2.5. Planos y esquemas de la instalación eléctrica 31
2.2.6. Pliego de condiciones 31
2.2.7. Presupuesto 31
2.2.8. Estudios con entidad propia, planes y manuales 32
2.2.9. Otros cálculos y anexos justificativos ... 32
2.3. Memoria Técnica de Diseño 32
2.3.1. Datos del propietario o titular 33
2.3.2. Emplazamiento. 33
2.3.3. Características generales 33
2.3.4. Instalador eléctrico autorizado. 33

2.3.5. Datos técnicos de la instalación 33
2.3.6. Presupuesto 34
2.3.7. Pequeña memoria descriptiva 34
2.3.8. Planos y esquemas adjuntos 34
2.4. Eficiencia energética en alumbrado exterior . . . 41
2.4.1. Proyecto de eficiencia energética 41
2.4.2. Memoria Técnica de Diseño de eficiencia energética 42
2.4.3. Clasificación de los alumbrados 43
2.5. Documentación técnica de las instalaciones eléctricas de alta tensión 47
2.5.1. Proyecto de instalaciones eléctricas de alta tensión 48
2.5.2. Proyectos tipo de las compañías eléctricas 51
Mapa conceptual 53
Actividades finales 54

3. Representación gráfica de las instalaciones electrotécnicas 57

3.1. Normas generales de representación 58
3.1.1. Técnicas y procesos de croquizado 58
3.1.2. Proporciones y escalas 60
3.1.3. Acotación 60
3.2. Planos de proyecto de edificación y obra civil . . 64
3.2.1. Planos de proyecto de obra civil 64
3.2.2. Planos de proyectos de edificación 65
3.3. Representación de los circuitos eléctricos 66
3.3.1. Esquemas unifilares 67
3.3.2. Esquemas multifilares 68
3.3.3. Interpretación de esquemas unifilares y multifilares 69
3.3.4. Diagramas de bloques 69
3.3.5. Planos de detalle 71
3.4. Planos representativos de las instalaciones electrotécnicas 71
3.4.1. Planos de planta de la instalación eléctrica 71
3.4.2. Trazado de las canalizaciones 72
3.4.3. Planos de las vías de evacuación 73
3.4.4. Plano de planta de la red equipotencial de tierras 74
3.5. Simbología eléctrica normalizada 75
3.5.1. Simbología 75
3.5.2. Marcado de componentes 82
3.5.3. Leyenda 85
3.6. Gestión de la documentación gráfica 85
3.6.1. Formato 86
3.6.2. Plegado de planos 87
3.6.3. Conservación de la documentación gráfica 89
3.6.4. Impresión de planos y esquemas 90
3.6.5. Composición del recuadro de un plano . . 90
Mapa conceptual 92
Actividades finales 93

4. Elaboración de presupuestos y anexos de cálculos 95

4.1. Estado de mediciones. Presupuesto 96
4.1.1. Estado de mediciones 96
4.1.2. Precios simples o unitarios 96
4.1.3. Precios auxiliares 96
4.1.4. Precios de unidades de obra o precios descompuestos 96
4.1.5. Presupuestos parciales 97
4.1.6. Presupuesto general de ejecución material 97
4.1.7. Presupuesto general de ejecución de contrata 97
4.1.8. Revisión de precios 97
4.1.9. Formato de cuadro de precios y mediciones 97
4.2. Anexo de cálculos justificativos del diseño 100
4.3. Cálculos eléctricos 102
4.3.1. Previsión de potencia 102
4.3.2. Cálculos y características de las líneas . . 104
4.3.3. Ejecución y presentación de los resultados 107
4.3.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito 107
4.3.5. Cálculo estimativo del valor de puesta a tierra 109
4.4. Justificaciones del proyecto 111
4.4.1. Cálculo de aforo u ocupación 111
4.4.2. Justificación de la iluminación ordinaria 113
4.4.3. Justificación del alumbrado de emergencia 115
4.4.4. Cálculos relativos a la eficiencia energética en alumbrado exterior 116
4.4.5. Cálculos justificativos de la ventilación natural o forzada 116
Mapa conceptual 117
Actividades finales 118

© Ediciones Paraninfo

5. Confección de planes, manuales y estudios 123

5.1. Estudio básico de seguridad y salud 124
5.1.1. Obligaciones generales del empresario . . 124
5.1.2. Derechos y obligaciones de los trabajadores 125
5.1.3. Elementos de seguridad y equipos de protección individual 125
5.1.4. Plan de Prevención de Riesgos Laborales 126
5.1.5. Coordinador en materia de seguridad y salud 129
5.2. Planes y estudios de gestión medioambiental . . 129
5.2.1. Planes de gestión medioambiental 129
5.2.2. Proyectos que requieren estudio de impacto ambiental 129
5.2.3. Fuentes de degradación del entorno ambiental 130
5.3. Pliego de condiciones 131
5.3.1. Campo de aplicación 131
5.3.2. Normativa de aplicación 131
5.3.3. Características, calidades y condiciones generales de los materiales 131
5.3.4. Ejecución y montaje de la instalación . . . 132
5.3.5. Reconocimientos, pruebas y ensayos 133
5.3.6. Condiciones de mantenimiento y uso . . . 133
5.4. Planificación del mantenimiento y gestión de recursos 134
5.4.1. Manual de mantenimiento 134
5.4.2. Manuales de instrucciones 135
5.4.3. Gestión de recursos 137
5.5. Calidad en la ejecución de instalaciones o sistemas 137
5.5.1. Serie de normas ISO 9000: sistemas de calidad aplicados a proyectos 137
5.5.2. Plan de calidad 137
5.6. Gestión de la documentación. Memoria, anexos y estudios con entidad propia 138
5.6.1. Requerimientos de la gestión 139
5.6.2. Control de la documentación 139
5.6.3. Gestión de archivos en soporte físico . . . 139
5.6.4. Gestión de archivos en soporte digital . . . 140
Mapa conceptual 142
Actividades finales 143

6. Tramitación, legalización y puesta en servicio de instalaciones 145

6.1. Proceso de tramitación y legalización en baja tensión 146
6.1.1. Trámites con la Administración 147
6.1.2. Organismos de Control Autorizado 148
6.1.3. Trámites con la compañía suministradora de energía eléctrica y con el propietario de la instalación 148
6.2. Certificado de instalación eléctrica en baja tensión 149
6.2.1. Número de expediente 149
6.2.2. Datos referentes al titular 149
6.2.3. Datos de la instalación 150
6.2.4. Características técnicas de la instalación . 150
6.2.5. Medidas 151
6.2.6. Empresa instaladora 151
6.2.7. Firma y sello 151
6.3. Documentación asociada a la legalización en baja tensión 155
6.3.1. Tarifas y tasas 156
6.3.2. Certificado de empresa instaladora 156
6.3.3. Dirección de obra y certificado final de obra 157
6.3.4. Visado y declaración responsable 157
6.3.5. Anexo de información al usuario 160
6.3.6. Certificado de segundo suministro 163
6.3.7. Contrato de mantenimiento 163
6.3.8. Instalaciones temporales. Hoja de ruta . . 164
6.3.9. Autorizaciones 165
6.3.10. Declaración jurada del titular de la instalación 165
6.3.11. Anexos posteriores 165
6.4. Puesta en servicio de las instalaciones de baja tensión 165
6.4.1. Potencia que se debe contratar 166
6.4.2. Selección de la tarifa 166
6.5. Legalización y puesta en servicio de las instalaciones de alta tensión 167
6.5.1. Tramitación y legalización de instalaciones de alta tensión a partir de proyectos tipo . . 167
6.6. Verificaciones e inspecciones 167
6.6.1. Inspecciones iniciales y periódicas 167
6.6.2. Procedimiento de inspección 169

6.6.3. Clasificación de los defectos en instalaciones de baja tensión 171
6.6.4. Clasificación de los defectos en instalaciones de alta tensión 172
6.6.5. Clasificación de los defectos en eficiencia energética 172
Mapa conceptual 174
Actividades finales 175

7. Manejo de programas de diseño asistido por ordenador 177

7.1. Diseño gráfico asistido con AutoCAD® 178
7.1.1. Interfaz 179
7.1.2. Herramientas básicas 179
7.1.3. Capas 180
7.1.4. Plantillas 180
7.1.5. Bibliotecas 181
7.1.6. Gestión de archivos 181
7.1.7. Impresión a escala 182
7.2. *Software* para el cálculo y representación de instalaciones eléctricas 184
7.2.1. Cypelec 184
7.2.2. dmELECT 188
7.2.3. El Boletín 190
7.3. Programas informáticos de gestión de costes. Presto® 2013 192
7.3.1. Interfaz 192
7.3.2. Funciones básicas 194
7.3.3. Creación de presupuestos a partir de archivos CAD 194
7.3.4. Generación e impresión de informes 196
7.4. *Software* para el cálculo de alumbrado 196
Mapa conceptual 198
Actividades finales 199

Anexos Técnicos 201

Anexo I. Instaladores autorizados y empresas autorizadas en baja tensión 202
Anexo II. Instaladores y empresas instaladoras de líneas de alta tensión 204

Los autores queremos dedicar esta obra a nuestras familias, y muy especialmente a las pequeñas Carla, Valeria y Livia. Todo lo que somos, todo lo que seremos y todo lo que logremos se lo debemos a su apoyo, y es por esto que cualquier dedicatoria siempre se quedará corta. Gracias.

Prólogo

El texto que a continuación se presenta tiene como objetivo servir de herramienta básica de referencia y trabajo para los alumnos que vayan a cursar el ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de **Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados.** No obstante, también resultará de gran ayuda para cualquier profesional que desarrolle su actividad profesional en trabajos que guarden relación con la electricidad o las instalaciones eléctricas.

Todo el material incluido en este libro se ajusta fielmente a las competencias generales del módulo profesional de referencia, *Documentación técnica en las instalaciones eléctricas;* teniendo muy en cuenta la secuenciación de contenidos y objetivos del ciclo, así como los resultados de aprendizaje y criterios de evaluación perseguidos. En este sentido, se ha realizado un gran esfuerzo para elaborar una herramienta docente lo más adecuada posible para un proceso de aprendizaje de estas características, asumiendo los más modernos criterios pedagógicos.

La obra se encuentra totalmente actualizada en consonancia con las guías, normas y disposiciones legales vigentes del sector, los programas informáticos de mayor calado y los requerimientos actuales de la Administración Pública y de los Organismos de Control.

El contenido del libro ha sido planteado de tal manera, que es válido para su aplicación en cualquier tipo de instalación eléctrica e independientemente de la Comunidad Autónoma donde se desarrolle el proceso documental, ya que los autores hemos sido conscientes en todo momento de que los requerimientos asociados a la documentación, tramitación, legalización y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas difiere de unas provincias e incluso de unos municipios a otros.

La materia incluida se ha desarrollado en 7 unidades formativas y dos anexos, cuyos contenidos teóricos se presentan con un lenguaje técnico, pero muy claro y fácil de entender. Este contenido teórico se complementa, además, con numerosas fotografías, ilustraciones, tablas, planos, esquemas y extractos de instalaciones reales, así como con actividades y mapas conceptuales que ofrecen una metodología de trabajo muy práctica, cuya finalidad es agilizar la dinámica de clase y favorecer la atención permanente de los alumnos.

- *Unidad 1: Se ofrece una visión general que facilite la identificación de la documentación técnica y administrativa de las instalaciones eléctricas en alta y baja tensión*
- *Unidad 2: Se especifican los contenidos que deben formar parte de los proyectos y memorias técnicas de diseño, tanto en baja y alta tensión como en eficiencia energética.*
- *Unidad 3: Se estudia en profundidad todo lo relacionado con la representación gráfica de las instalaciones eléctricas y su posterior gestión*
- *Unidad 4: Se desarrolla la elaboración de presupuestos, anexos de cálculos y justificaciones técnicas asociadas a los diferentes tipos de instalaciones*
- *Unidad 5: Se detalla la confección de planos, manuales y estudios con entidad propia, así como la gestión de toda la documentación*
- *Unidad 6: Se dan a conocer en profundidad los procesos de tramitación, legalización y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de baja y alta tensión*
- *Unidad 7: Se introducen los principales parámetros de funcionamiento de los programas informáticos más utilizados en la actualidad para el diseño de la documentación técnica*
- *Anexo técnico I: Se detallan los requisitos y obligaciones asociadas a los instaladores autorizados y empresas autorizadas en baja tensión, teniendo en cuenta las modificaciones introducidas por la Ley Ómnibus*
- *Anexo técnico II: Se detallan los requisitos y obligaciones asociadas a los instaladores y empresas instaladoras de líneas de alta tensión, teniendo en*

cuenta las modificaciones introducidas por la Ley Ómnibus

En cada una de las unidades didácticas mencionadas se incluyen, de forma organizada y muy bien estructurada, los siguientes contenidos:

- *Casos prácticos de utilidad real*, que simulen situaciones del entorno profesional
- *Actividades propuestas*, que permitan demostrar el grado de comprensión de la materia impartida
- *Actividades resueltas*, para afianzar los contenidos teóricos
- *Documentación técnica oficial,* de distintas comunidades autónomas
- *Material gráfico de gran calidad*, que aumenta enormemente el aprendizaje y facilita el estudio
- *Mapa conceptual final*, para la mejor comprensión de los contenidos expuestos
- *Actividades finales de comprobación y aplicación*, que permiten verificar los conocimientos adquiridos por los alumnos
- *Anotaciones destacadas*, para sintetizar los conceptos más relevantes

En lo referente al material interactivo y multimedia, es necesario destacar que desde la página web de la editorial el lector tendrá acceso a una zona de descargas con contenido complementario de gran interés, como archivos y documentación técnica oficial de todas las comunidades autónomas, presentaciones, reglamentos y normativa de aplicación, programas informáticos de diseño de instalaciones eléctricas (manuales y versiones de evaluación), etcétera. Asimismo, los profesores del módulo pueden acceder a una zona de descargas exclusiva con material de apoyo que incluye los solucionarios de las actividades y prácticas propuestas a lo largo del libro.

En definitiva, el objetivo de esta obra no es otro que el lector adquiera los conocimientos suficientes para respaldar documentalmente cualquier tipo de instalación eléctrica y pueda ejecutarla, tramitarla, legalizarla y ponerla en marcha aplicando la normativa y reglamentación vigentes, siguiendo los protocolos de calidad y seguridad, teniendo en cuenta los riesgos laborales y el respeto al medio ambiente y asegurando su total funcionalidad.

Agradecimientos

El desarrollo de este libro solo ha sido posible gracias a la ayuda y aportación prestada por las personas y empresas citadas a continuación, que de manera desinteresada han contribuido material o moralmente con su esfuerzo, aportando información de calidad y contenidos actualizados, y que de una u otra manera hacen que esta obra sea una herramienta idónea para que cualquier estudiante o profesional alcance una óptima y completa formación en el campo de la documentación electrotécnica y por extensión, en el ámbito de la electricidad, obteniendo una visión general de las empresas más fuertes y de los recursos necesarios relacionados con este campo.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento, por permitirnos publicar contenido gráfico de su propiedad, a:

- Sergio López, de Schneider Electric
- Natàlia Vilavoy, de Cahors Española SA.
- Iberdrola SA.
- Gewiss Spa.

Deseamos también agradecer, por facilitarnos manuales de usuario y concedernos las licencias oportunas para publicar contenido relacionado con su *software*, a:

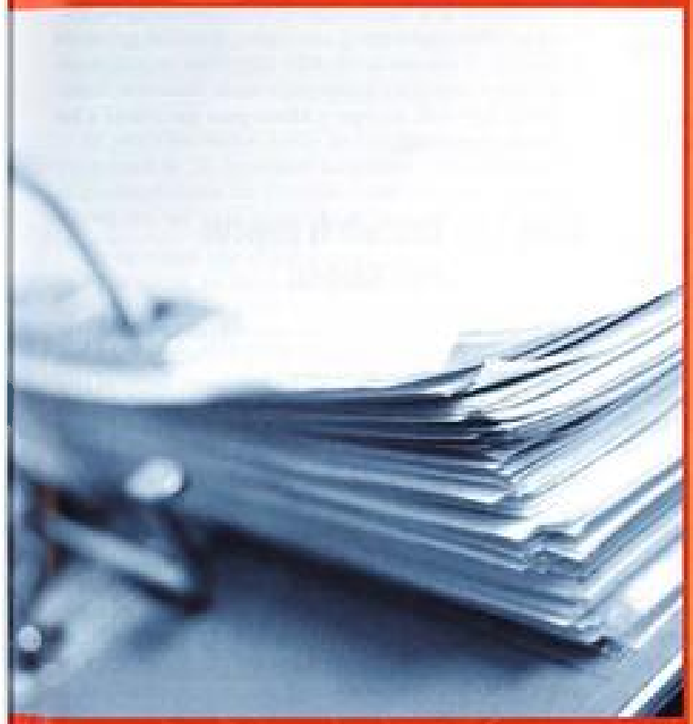
- Autodesk, Inc. (AutoCAD®)
- Fernando G. Valderrama, de Soft SA. (Presto 2013®)
- Asunción Antón Díez, de CYPE Ingenieros, SA. (Cypelec®)
- Ángel Muñoz Medina, de dmelect S.L. (dmELECT®, CIEBT y VIVI)
- Roberto Mata García, de Softeca Internet SL. (El Boletín®)

Le damos también las gracias a Francisco Robles Vicaria, como autor de la fotografía incluida en la cubierta.

Y por supuesto, también tiene nuestra gratitud todo el equipo de Ediciones Paraninfo, puesto que sin su confianza, esfuerzo y dedicación, esta obra nunca hubiese podido ser llevada a cabo.

1

Identificación de la documentación técnica y administrativa



A **nuestro alrededor podemos** encontrar infinidad de **instalaciones eléctricas, las** cuales conforman un complejo **sistema que debe** mantener un equilibrio constante. Para que **esto** suceda, resulta necesario que todas ellas **sean** ejecutadas y legalizadas conforme a **una** documentación técnica adecuada que cumpla con las disposiciones legales vigentes.

Contenidos

- 1.1. Presentación de la documentación técnico-administrativa
- 1.2. Documentación técnica asociada a las instalaciones electrotécnicas
- 1.3. Contenidos mínimos de la documentación técnica
- 1.4. Legislación y normativa de aplicación
- 1.5. Tramitación y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas

Objetivos

- Ofrecer una visión general de las fases documentales necesarias para el desarrollo de instalaciones electrotécnicas
- Presentar la documentación técnica asociada a las instalaciones electrotécnicas
- Definir qué es un proyecto y qué una Memoria Técnica de Diseño
- Dar a conocer las principales normas y leyes aplicables en este entorno
- Introducir el proceso de tramitación y puesta en servicio de las instalaciones

1.1. Presentación de la documentación técnico-administrativa

Para llevar a cabo cualquier tipo de instalación, es necesario realizar determinados procesos. Deben ser definidas todas y cada una de las pautas que se van a seguir para su correcta ejecución, realizando un proceso documental previo acorde a los trabajos planeados. Es imprescindible disponer de una planificación detallada tanto de las pautas documentales como de las constructivas que serán llevadas a la práctica.

Antes de ejecutar el proyecto definitivo, deben estudiarse las posibilidades y las soluciones que se vayan a adoptar y, en torno a ello, solicitar las licencias o tramitaciones oportunas que permitan el desarrollo del proyecto desde que se acepta hasta su entrega.

El diseño, ejecución y posterior puesta en marcha de una instalación electrotécnica pasa por las siguientes fases de desarrollo:

1. **Estudio previo y redacción del proyecto**

   Es necesario realizar un estudio previo de las características y necesidades de la zona o edificación sobre la que se ejecutará el montaje de una instalación eléctrica de cara a la posterior redacción del proyecto por parte de un técnico titulado competente.

   Este análisis ha de tener en cuenta el tipo de zona o edificio, la ubicación del mismo, los posibles riesgos, el tiempo de ejecución y puesta en marcha de la instalación, la cantidad y características de los equipos y materiales que se vayan a instalar, las posibilidades de conexión, comunicación y transmisión de la información entre los componentes de la instalación, etcétera.

2. **Ejecución y seguimiento del proyecto**

   La ejecución del proyecto será realizada por parte de una empresa instaladora debidamente acreditada y autorizada.

   Durante esta fase resulta necesario llevar a cabo un seguimiento constante de los procesos que garantice la correcta implantación de la instalación. De realizarse cualquier modificación con respecto al proyecto original, debe quedar reflejada en la documentación.

3. **Comprobación de funcionamiento**

   Una vez finalizada la obra, la empresa instaladora efectuará las comprobaciones necesarias para asegurar que se cumple su finalidad, y que resulta conforme con el proyecto contratado y con las disposiciones reguladoras de la materia. Se ha de redactar un certificado de instalación en el que conste el resultado positivo de las comprobaciones efectuadas.

4. **Inscripción, registro y legalización de la instalación**

   En general, tras la ejecución de los proyectos de instalaciones electrotécnicas, y antes de su definitiva puesta en marcha, la documetación debe inscribirse en el Colegio de Ingenieros correspondiente y en la Dirección General de Industria, Energía y Minas para que conste a los efectos oportunos.

1.1.1. Desarrollo de proyectos electrotécnicos

Para el correcto desarrollo de un proyecto electrotécnico es necesario aportar la documentación adecuada en cada una de las fases existentes. Es por ello que, hasta llegar al proyecto definitivo, se han de desarrollar ordenadamente los documentos previos que lo van a conformar (figura 1.1).

El **estudio previo** consiste en realizar un sintetizado preliminar de la instalación que se defina, con el fin de otorgar una idea previa de la instalación, así como poder facilitar la posibilidad de realizar un presupuesto previo. En él se expondrán las situaciones básicas y generales antes de llevar a cabo mediciones o cálculos precisos; para dicho trabajo, además, se podrán aportar croquis y planos orientativos. Con este estudio previo el cliente puede tener un coste orientativo de la instalación que se vaya a realizar.

Figura 1.1. *Fases documentales del desarrollo de un proyecto*

En un **anteproyecto** es necesario definir correctamente el tipo de instalación eléctrica atendiendo a su clasificación dentro del Reglamento Electrotécnico vigente en el momento, dependiendo de si se trata de instalaciones de baja o de alta tensión. Es la etapa anterior a la realización definitiva del proyecto de instalaciones. En esta fase se profundiza en el resultado final de la instalación y se puede llevar a cabo un avance del presupuesto. Estos anteproyectos incluyen croquis de la instalación eléctrica, diagramas unifilares y de conexiones, entre otros.

Una vez definido el anteproyecto y aceptado por el cliente, se procede a realizar el proyecto detallado definitivo.

> La Norma UNE 157001 define como anteproyecto al conjunto de documentos en soporte físico, lógico u otro, que define las características generales de un producto, obra, instalación, servicio o *software*, sin entrar en el detalle de las características de cada uno de los elementos de que se compone.

El **proyecto básico** define las instalaciones al completo y el porqué de las soluciones adoptadas. Con este proyecto se pueden solicitar las licencias o autorizaciones administrativas que permitan comenzar la instalación.

Es necesario que el autor asuma la responsabilidad de dicho proyecto, mediante un *visado o declaración responsable*, para poder realizar las correspondientes solicitudes.

El **proyecto definitivo** detalla completamente la instalación que se va a realizar. En él se definen de forma concisa las características técnicas de la instalación, detallando todos los elementos que la conforman. Debe ser completo y detallado de tal forma que defina íntegramente la instalación sin ningún tipo de duda o ambigüedad, ni dejando margen de interpretación alguna.

1.1.2. Tipos de proyectos a efectos de tramitación

A efectos de tramitación de la documentación, se definen dos tipos de proyectos: el administrativo y el de ejecución. La citada norma UNE 157001 los define de la siguiente manera:

- *Proyecto administrativo:* documento que forma parte o que se constituye a partir de los contenidos de un proyecto, y cuyo objeto es justificar los aspectos legales para obtener la autorización o registro por parte de la Administración, de un producto, obra, instalación, servicio o *software.*
- *Proyecto de ejecución*: conjunto de documentos, modelos o maqueta en soporte físico lógico u otro, que tiene como objeto la definición y la valoración de las características de un producto, obra, instalación, servicio o *software*, que se requieren en función de su fin o destino.

Según estas definiciones, se entiende que el **proyecto administrativo** es la parte del proyecto básico utilizada para realizar gestiones administrativas, como pueden ser las obtenciones de licencias o autorizaciones por parte de la Administración Pública. El **proyecto de ejecución** se encargará de la definición y descripción de todos y cada uno de los detalles de la instalación que se va a realizar.

> En la mayoría de los casos el proyecto administrativo estará incluido dentro del propio proyecto de ejecución.

Cabe destacar que, independientemente del tipo de proyecto que se vaya a realizar, este debe ser lo suficientemente claro y conciso, además de poseer la amplitud necesaria y contar con una serie de datos imprescindibles para poder englobar todos los requisitos que interesan al destinatario, sin tener la necesidad de solicitar aclaraciones del mismo.

1.2. Documentación técnica asociada a las instalaciones electrotécnicas

La clasificación de las instalaciones eléctricas viene determinada por sus características técnicas y por el uso que se va a hacer de ellas. La documentación asociada y la ejecución de estas instalaciones estarán condicionadas a dicha clasificación.

1.2.1. Clasificación técnica de las instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse en función de su nivel de tensión, de su uso y características o por su potencia.

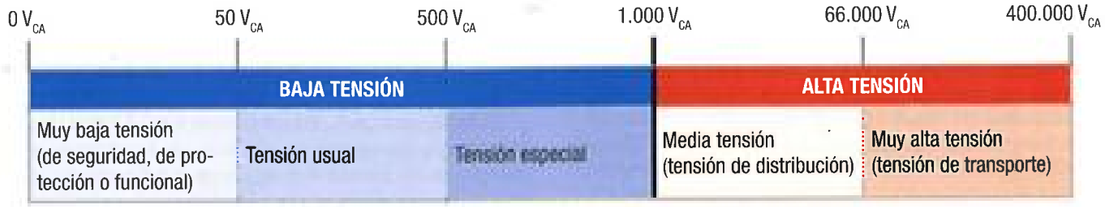
La legislación actual establece que, **dependiendo del voltaje o nivel de tensión,** las instalaciones eléctricas pueden ser de dos tipos: instalaciones consideradas como de **baja tensión**, con un voltaje menor o igual a 1.000 V en corriente alterna o 1.500 V en corriente continua, o instalaciones consideradas como de **alta tensión** con un voltaje superior a 1.000 V en corriente alterna o 1.500 V en corriente continua.

Tabla 1.1. Clasificación de las instalaciones eléctricas en función de los niveles de tensión

	Corriente alterna	Corriente continua
Instalaciones de baja tensión (BT)	$\leq 1000\ V_{CA}$	$\leq 1500\ V_{CC}$
Instalaciones de alta tensión (AT)	$> 1000\ V_{CA}$	$> 1500\ V_{CC}$

Dentro del grupo de las instalaciones en corriente alterna, al ser el tipo de corriente más utilizada para su generación, transporte, distribución y consumo, se suelen clasificar las tensiones de una manera más específica, tal y como se muestra en la tabla 1.2:

Tabla 1.2. Clasificación de los niveles de tensión de corriente alterna (CA)



En algunas regiones de Europa, cerca de la frontera con Rusia, se utilizan tensiones de transporte cercanas a los 700 kV. En España las líneas eléctricas de alta tensión no superan los 400 kV.

En lo referente al uso y características de una instalación eléctrica, las consideradas como de baja tensión son casi siempre de tipo receptoras, es decir, su finalidad es consumir la energía eléctrica para convertirla en trabajo útil. No obstante, también resulta posible encontrar instalaciones de baja tensión cuya finalidad es la generación, distribución o almacenamiento de energía eléctrica pero en pequeñas cantidades.

La clasificación de las instalaciones de alta tensión en función de su finalidad es mucho más compleja, puesto que pueden haber sido diseñadas para generar, transportar o distribuir la energía eléctrica en grandes cantidades, así como transformar los niveles de tensión.

Atendiendo al **criterio de uso y características,** una posible clasificación de las instalaciones eléctricas es la que se muestra en la tabla 1.3.

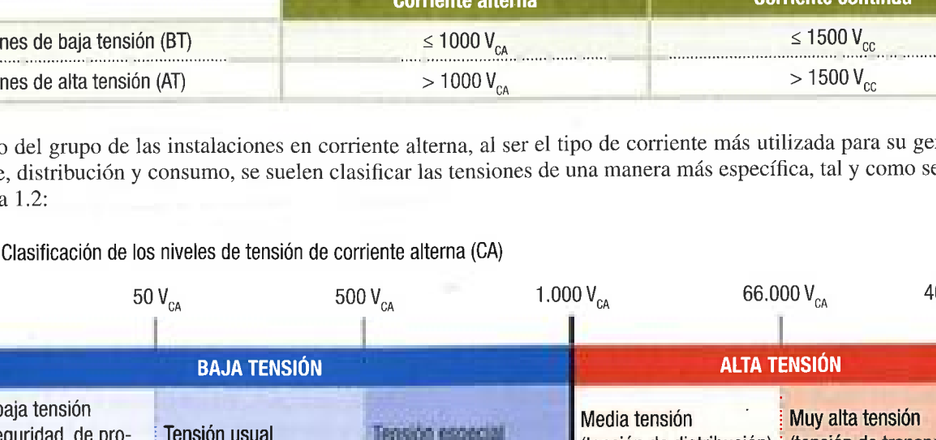

Generación de energía (5 kV-25 kV)
Subestación elevadora
Transporte de energía (132 kV-400 kV)
Subestación reductora
Distribución de energía (13,2 kV-66 kV)
Centro de transformación
Usuarios en baja tensión (230 V-400 V)
Usuarios en alta tensión (más de 1 kV)

Figura 1.2. *Diagrama representativo de la red eléctrica, en la que quedan clasificadas todas las instalaciones eléctricas*

Tabla 1.3. Clasificación de las instalaciones eléctricas en función de su uso y características

Nivel de tensión	Uso de la instalación	Características de la instalación	Tipo de instalación
Instalaciones de baja tensión (BT)	Instalaciones receptoras	Puntos de consumo de energía eléctrica	Puntos de consumo como viviendas, oficinas, industrias, alumbrado exterior, etc.
	Instalaciones generadoras o de almacenamiento	Suministro de energía eléctrica en pequeñas cantidades	Instalaciones generadoras fotovoltaicas, grupos electrógenos, sistemas de almacenamiento ininterrumpido (SAI), etc.
	Instalaciones distribuidoras y de enlace	Transferencia de energía en baja tensión	Redes de distribución de energía en baja tensión, instalaciones de enlace, etc.
Instalaciones de alta tensión (AT)	Instalaciones receptoras	Consumo de energía eléctrica en grandes cantidades	Grandes industrias, medios de transporte ferroviarios, etc.
	Instalaciones generadoras	Generación de energía eléctrica en grandes cantidades	Centrales eléctricas
	Instalaciones de transporte	Transferencia de energía en muy alta tensión	Líneas eléctricas de alta tensión para el transporte de la energía
	Instalaciones de distribución	Transferencia de energía en media tensión	Líneas eléctricas de alta tensión para la distribución de la energía
	Instalaciones de transformación, conversión o maniobra de la energía	Conversión de energía de AT a AT	Subestaciones y centros de reparto
		Seccionamiento y maniobra	Centros de seccionamiento
		Conversión de energía de AT a BT	Centros de transformación

Actividad propuesta

1.1. Asocia cada uno de los siguientes tipos de instalaciones eléctricas dentro de los rangos de tensión propuestos en los que suelen encontrarse normalmente.

Nivel de tensión:

(1)	(2)	(3)	(4)
Hasta 400 V	400 V-5.000 V	5.000 V-66.000 V	Más de 66.000 V

Tipo de instalación:

a) Línea de entrada de un centro de transformación (3)
b) Línea de transporte de energía (4)
c) Línea de salida de un centro de transformación (2)
d) Instalación de alumbrado público (1)
e) Instalación para industria en alta tensión (3)
f) Central hidroeléctrica (2)

1.2.2. Clasificación administrativa de las instalaciones eléctricas

Desde un punto de vista administrativo y legislativo, las instalaciones eléctricas descritas en la tabla 1.3 se pueden clasificar en cuatro grupos:

- Instalaciones eléctricas de baja tensión
- Instalaciones de alumbrado exterior en baja tensión (eficiencia energética)
- Líneas eléctricas de alta tensión
- Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación

Cada uno de los grupos mencionados posee un Reglamento propio, por lo que la documentación técnica asociada, así como los trámites administrativos necesarios para la tramitación, legalización y posterior puesta en marcha de estas instalaciones eléctricas, depende de esta clasificación.

Dicha documentación técnica, necesaria para la ejecución de las obras, puede ser de dos tipos: proyecto eléctrico o Memoria Técnica de Diseño.

Proyecto eléctrico

Un proyecto es el conjunto de documentos que, unidos entre sí, conforman una solución para una situación previamente establecida. La finalidad de un proyecto eléctrico es definir concisamente todas y cada una de las características eléctricas de una instalación. El proyectista debe cumplir con la demanda solicitada, manteniéndose siempre dentro

de los límites marcados por las normativas y leyes vigentes que sean de aplicación a los trabajos que se vayan a realizar en función de dicho proyecto.

Memoria Técnica de Diseño (MTD)

La Memoria Técnica de Diseño, más conocida por el acrónimo MTD, es un documento oficial, mucho más breve que un proyecto, cuya finalidad es proporcionar los datos básicos de una instalación eléctrica que, por sus características, no precisa de la realización de un proyecto. El autor encargado de redactarla debe incluir todos los detalles técnicos de la instalación objeto, garantizando que estos cumplan con las disposiciones legales vigentes de manera que pueda ser legalizada por el Organismo correspondiente.

Actividad propuesta

1.2. Decide y justifica qué tipo de documentación técnica (proyecto o Memoria Técnica de Diseño) crees que tendrán asociadas cada una de las instalaciones del ejercicio anterior.

1.2.3. Documentación técnica necesaria en función del tipo de instalación

La documentación técnica necesaria para la ejecución, tramitación, legalización y posterior puesta en marcha de una instalación eléctrica es la detallada a continuación.

Instalaciones eléctricas de baja tensión

La clasificación de la documentación técnica asociada a las instalaciones eléctricas de baja tensión es muy compleja, debido al gran número de infraestructuras de diversa índole y características existentes en esta categoría. Por este motivo, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión define una serie de grupos, que serán estudiados en la unidad 2, en los que se indica la necesidad de realizar un proyecto o una MTD en instalaciones de baja tensión dependiendo del tipo de instalación, de si esta es nueva, modificada o ampliada y de requisitos técnicos como la potencia, el aforo, la superficie, el número de plazas en un garaje, etcétera.

Instalaciones de alumbrado exterior en baja tensión

Estas instalaciones deben legalizarse desde un punto de vista eléctrico atendiendo a los criterios marcados como instalación de baja tensión.

Asimismo, desde la publicación en el año 2008 del Reglamento de Eficiencia Energética, determinadas instalaciones de alumbrado exterior deben también ser legalizadas teniendo en cuenta este nuevo criterio, que depende de la potencia de la instalación.

- Las instalaciones de alumbrado exterior con potencia igual o inferior a 1 kW únicamente necesitan una MTD de la instalación eléctrica.
- Las instalaciones de alumbrado exterior con potencia superior a 1 kW y menor o igual a 5 kW precisan de una MTD para la parte de la instalación eléctrica y una MTD independiente de eficiencia energética.
- Las instalaciones de alumbrado exterior con potencia superior a 5 kW requieren un proyecto para la parte de la instalación eléctrica y otro proyecto independiente de eficiencia energética.

Líneas eléctricas de alta tensión

Las líneas eléctricas de alta tensión, utilizadas para el transporte o distribución de la energía eléctrica, requieren siempre de un proyecto, independientemente de si se trata de líneas aéreas o subterráneas.

Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación

Las instalaciones eléctricas cuyo uso esté referido a la generación y transformación de energía eléctrica en alta tensión (centrales eléctricas de más de 1.000 V, subestaciones, centros de reparto y centros de transformación) precisan siempre de un proyecto.

1.3. Contenidos mínimos de la documentación técnica

Tanto la documentación técnica asociada al desarrollo y legalización de cada tipo de instalación eléctrica como su contenido, varía en función de si es necesario redactar un *Proyecto* o cumplimentar una *Memoria Técnica de Diseño* para su legalización. A continuación se exponen las principales características y el contenido mínimo de ambos tipos de documentos.

1.3.1. Contenidos de un proyecto

El proyecto de una instalación debe definir todas y cada una de las instalaciones de la edificación objeto. Un proyecto debe englobar todos sus documentos dentro de un mismo volumen.

Particularmente, el proyecto de una instalación eléctrica tiene como finalidad describir todas las características eléctricas definitivas de dicha instalación, adaptándose a lo solicitado por el cliente y respetando las normativas vigentes. El **proyectista** es el encargado de realizar esta función ayudándose de programas informáticos u otros medios existentes para ejecutar la tarea de la forma más adecuada posible a la solución solicitada. El proyecto definitivo será consensuado entre proyectista y cliente según el resultado final que se quiera obtener en lo que a calidades, precios, soluciones constructivas y eficiencia energética se refiere.

Para llevar a cabo un proyecto adecuado y completo técnicamente, se establecen los siguientes documentos básicos imprescindibles que han de formarlo:

- Portada
- Índice general de contenidos
- Memoria descriptiva
- Anexos de cálculos eléctricos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Estudios con entidad propia, planes y manuales
- Planos de proyecto de obra civil y edificación
- Planos y esquemas de la instalación eléctrica

Asimismo, dependiendo del uso y características técnicas de la instalación, también puede resultar necesario incluir en el proyecto electrotécnico uno o varios de los siguientes documentos o justificaciones:

- Cálculo de ocupación
- Plano del trazado de las vías de evacuación
- Clasificación de zonas con riesgo de incendio o explosión
- Descripción y características del segundo suministro
- Descripción y cálculos justificativos del alumbrado de emergencia

1.3.2. Contenidos de una Memoria Técnica de Diseño

La Memoria Técnica de Diseño es un documento que contiene las características eléctricas básicas imprescindibles para definir la instalación eléctrica objeto. El formato puede variar en función de la comunidad autónoma en la que se registre la instalación.

De manera genérica, puede establecerse que los contenidos mínimos que deben aparecer en una MTD son los siguientes:

- Datos referentes al propietario de la instalación
- Emplazamiento de la instalación
- Uso al que se destina la instalación
- Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia
- Cálculos justificativos de las características de la línea general de alimentación, derivaciones individuales, líneas secundarias y circuitos interiores
- Características de los elementos de corte y protección adoptados
- Puntos de utilización y secciones de los conductores de cada uno de los circuitos
- Pequeña memoria descriptiva de los trabajos realizados
- Esquema unifilar de la instalación eléctrica
- Croquis del trazado de las canalizaciones
- Identificación de la persona que firma la memoria y justificación de su competencia
- Fecha de elaboración de la memoria

> En las unidades posteriores de este libro se ampliará la información acerca de la composición y elaboración de todos los documentos citados.

1.4. Legislación y normativa de aplicación

El conjunto de criterios, instrucciones y especificaciones aplicables a una determinada materia o actividad, como es el caso de las instalaciones eléctricas, se establecen en una serie de textos y documentos de diversa índole cuya aplicación puede ser obligatoria o voluntaria.

El origen de estos documentos proviene de dos posibles entornos: el *legislativo* y el *normativo*.

1.4.1. Entorno legislativo

Abarca todos aquellos documentos que, en forma de disposiciones legales, poseen un **ámbito de aplicación obligatorio**.

Figura 1.3. *Figuras políticas que componen el entorno legislativo*

En España, dichas disposiciones son aprobadas por el Estado, las comunidades autónomas, las delegaciones provinciales o los municipios y pueden ser redactadas en forma de *Directiva, Ley, Ley Orgánica, Decreto, Real Decreto, Real Decreto-Ley, Reglamento, Instrucción, Orden* y *Ordenanza.*

Las disposiciones legales son de aplicación obligatoria en todos los documentos elaborados e instalaciones ejecutadas con posterioridad al día de su entrada en vigor, que puede ser el mismo día de su publicación o en un día posterior concreto que debe ser anunciado en el contenido de la propia disposición.

Citando un ejemplo, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión fue publicado en un Real Decreto en agosto del año 2002. Dada su complejidad y la gran cantidad de cambios establecidos respecto al Reglamento predecesor (REBT 1973), se estableció que su entrada en vigor fuese el 19 de septiembre de 2002 con carácter *voluntario* y el 19 de septiembre de 2003 con carácter *obligatorio*.

Siempre que, por un determinado motivo justificado, no fuese posible ajustarse en su totalidad al contenido de una determinada disposición legal, el responsable de la ejecución de la obra o instalación debe presentar ante el Organismo competente (generalmente la Delegación Provincial de Industria) una **solicitud de excepción** a la disposición legal o reglamento correspondiente, que debe ser aprobada antes de la fecha de comienzo de los trabajos.

1.4.2. Entorno normativo

Tienen la consideración de norma todos aquellos documentos editados por un Organismo de Normalización reconocido y cuyo **ámbito de aplicación es voluntario.** En determinadas ocasiones puede suceder que las disposiciones legales hagan referencia a una o varias normas determinadas, haciendo en ese caso su cumplimiento obligatorio.

Los Organismos de Normalización existentes en la actualidad que afectan a las instalaciones electrotécnicas, tanto a nivel documental como a nivel de ejecución, son los referidos en la tabla 1.4.

Tabla 1.4. Principales Organismos de Normalización

	De competencias generales	De competencias eléctricas	De competencias en telecomunicaciones
Ámbito internacional	ISO — Organización Internacional de Normalización	IEC — Comisión Electrotécnica Internacional	ITU — Unión Internacional de Telecomunicaciones
Ámbito europeo	cen — Comité Europeo de Normalización	CENELEC — Comité Europeo de Normalización Electrotécnica	ETSI — Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
Ámbito nacional	AENOR — Asociación Española de Normalización y Certificación		

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es la entidad encargada de favorecer la normalización en el mundo. Es una federación de organismos nacionales con oficinas que actúan delegadas en cada país (AENOR en España, DIN en Alemania, AFNOR en Francia, etc.) con unos comités técnicos que llevan a término las normas. Su creación surge de la necesidad de dar más eficacia a las normas nacionales.

La finalidad de las normas ISO es orientar, coordinar, simplificar y unificar los usos para conseguir menores costes y efectividad.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) posee unas características análogas a las indicadas para la Organización Internacional de Normalización, solo que en este caso las normas creadas se incluyen exclusivamente en el entorno de las competencias eléctricas.

Gran parte de las normas internacionales IEC se transponen a normas europeas EN y posteriormente a normas españolas UNE-EN.

Figura 1.4. *Proceso de transposición de normas internacionales a normas españolas*

El entorno legal y normativo aplicable a las instalaciones electrotécnicas es muy extenso, lo que hace muy complicado realizar un estudio a fondo de todas las disposiciones en vigor.

El objetivo de los siguientes apartados es, por tanto, dar a conocer las normas, leyes y reglamentos que afectan más directamente a las instalaciones eléctricas.

Todos los documentos citados en las siguientes páginas derogan a sus predecesores, así como a cualquier texto de igual o inferior rango que contradiga o se oponga a lo establecido en los mismos.

A continuación se especifica la reglamentación básica que se ha de tener en cuenta para realizar cualquier tipo de instalación eléctrica.

1.4.3. Normativa y reglamentación aplicables a las instalaciones eléctricas de baja tensión

Las disposiciones que a continuación se exponen son siempre de aplicación en la documentación técnica referente a las instalaciones eléctricas en baja tensión.

Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-51

- *Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 51*
- *Ley Ómnibus: Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias. En su artículo séptimo modifica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en lo referente al libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio*

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, **de obligado cumplimiento**, establece los requisitos específicos que debe cumplir una instalación eléctrica de baja tensión ($U \leq 1.000\ V_{CA}$), en lo que respecta a la sección de los conductores, métodos de montaje, diámetro de los tubos y canalizaciones, potencia prevista, características de las protecciones, etcétera.

Guía Técnica de aplicación del REBT

- *Guía de Interpretación del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Aplicación del REBT, de septiembre de 2003 y actualizaciones posteriores*

La Guía Técnica de aplicación al REBT, de **carácter orientativo no obligatorio**, tiene como objetivo facilitar la comprensión y aplicación práctica de las exigencias establecidas por el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias. Ha sido elaborada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología en consonancia con los expertos y las entidades más representativas del sector eléctrico.

Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior (REAE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07

- *Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07*

El Reglamento de Eficiencia Energética establece los requisitos técnicos y documentales que deben cumplir las instalaciones de alumbrado exterior. Dichas instalaciones deben ser objeto de ciertos cálculos definidos en el regla-

mento y encontrarse dentro de los límites establecidos por él, los cuales determinan la calificación energética de dicha instalación.

Las inspecciones periódicas de instalaciones eléctricas de baja tensión cuya fecha de legalización fuese anterior a la entrada en vigor del REBT 2002 se acogerán a las disposiciones establecidas en el anterior reglamento, a pesar de que ya ha sido derogado. Se trata del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 1973, aprobado en el Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre.

1.4.4. Normativa y reglamentación aplicables a las instalaciones eléctricas de alta tensión

Las disposiciones que a continuación se exponen son siempre de aplicación en la documentación técnica asociada a las instalaciones eléctricas en alta tensión, es decir, aquellas cuya tensión nominal es superior a 1.000 V.

Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT-01 a MIE-RAT-20

- *Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación*
- *Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación*
- *Orden de 18 de octubre de 1984, complementaria a la de 6 de julio, que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación*

El Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación establece las condiciones técnicas de seguridad mínimas de dichas instalaciones. La evolución en la tecnología y el incremento de su uso hace necesario que cumplan con unas medidas técnicas de seguridad adecuadas.

Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT-01 a ITC-LAT-09

- *Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09*
- *Ley Ómnibus: Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias. En su artículo decimoquinto modifica el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en lo referente al libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio*

El Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión establece las condiciones técnicas necesarias que deben cumplir las líneas eléctricas de alta tensión encargadas de distribuir la energía eléctrica en lo que respecta a conductores, secciones, protecciones, potencias y recorridos.

Guía Técnica de aplicación del RLAT

- *Guía de Interpretación del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Aplicación del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, de junio de 2010*

La guía técnica de aplicación del RLAT, de manera análoga a la de baja tensión y mucho menos desarrollada que esta, posee **carácter orientativo no obligatorio.**

1.4.5. Otras normas y disposiciones legales de aplicación

Resulta también necesario conocer y tener en cuenta toda la legislación y normativa referente al **sector eléctrico general y al de la edificación**, puesto que puede ser de aplicación en determinados proyectos de instalaciones electrotécnicas. Las disposiciones más relevantes que cubren este aspecto son las numeradas a continuación.

Ley del Sector Eléctrico

- *Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico*

Aplicable a todas las instalaciones eléctricas tanto en baja como en alta tensión.

Código Técnico de la Edificación (CTE) y documentos básicos DB HE, DB HR, DB HS, DB-SUA, DB SI y DB SE

- *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*
- *Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*
- *Real Decreto 1675/2008 de 17 de octubre, por el que se modifica el Documento Básico «DB-HR Protección frente al ruido» y el Código Técnico de la Edificación*
- *Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad* (BOE, *11 de marzo de 2010)*

El Código Técnico de la Edificación establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de ahorro de energía, protección frente al ruido, seguridad de utilización y accesibilidad, salubridad, seguridad en caso de incendio y seguridad estructural establecidos.

Determinadas partes de las instalaciones eléctricas deben ajustarse, además, a lo dispuesto en la legislación reguladora de las **instalaciones de telecomunicaciones** que se les sea de aplicación.

Es necesario, por tanto, tener en cuenta y conocer la normativa más relevante relacionada con el sector de las telecomunicaciones en caso de interactuar con él, ya que en los proyectos eléctricos resulta frecuente incluir, por ejemplo, las líneas de alimentación a RITS o RITI, así como los cuadros que contienen los dispositivos de mando y protección con los que se protegen de determinados equipos de telecomunicaciones.

Las disposiciones vigentes más relevantes que afectan a los sistemas e instalaciones de telecomunicaciones se resumen a continuación.

Reglamento regulador de las Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones (RICT)

- *Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones*
- *Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones*

Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación

- *Real Decreto 244/2010, de 5 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación*
- *Orden ITC/1142/2010, de 29 de abril, por la que se desarrolla el Reglamento regulador de la actividad de instalación y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicación*

Todos los reglamentos y normativas citados en estos apartados deben tenerse en cuenta en el campo de las instalaciones eléctricas. Siendo conscientes de que este ámbito de trabajo se encuentra en constante cambio, resulta necesario tener en cuenta las nuevas disposiciones posteriores a la fecha de publicación de los reglamentos emitidas para complementar o actualizar sus contenidos, entre las que destacan Reales Decretos y Órdenes cuya finalidad son las correcciones de errores y erratas, las actualizaciones puntuales, etcétera.

Pueden resultar también de aplicación otras normas, disposiciones, directivas o actas propias de la comunidad autónoma, provincia o municipio donde va a ser realizada la instalación, así como los requisitos internos y protocolos de las compañías que suministran la energía eléctrica.

1.5. Tramitación y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas

Legalizar una instalación consiste en reunir toda la documentación técnica necesaria y realizar una serie de trámites con la Administración para poder validar un **certificado de instalación eléctrica,** mediante el cual el titular podrá recibir el suministro en su instalación, además de quedar esta debidamente inscrita en el registro de instalaciones eléctricas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

1.5.1. Certificado de instalación eléctrica

Para dar de alta y dotar de suministro a una instalación eléctrica, es necesario disponer de un *certificado de instalación eléctrica* debidamente cumplimentado, en el cual se especifican las características técnicas básicas de la instalación.

El instalador eléctrico autorizado es el encargado de firmar el certificado de instalación eléctrica, responsabilizándose de esta manera de todos los trabajos llevados a cabo en la instalación, los cuales deben estar indicados claramente en la documentación técnica elaborada.

De manera genérica, puede establecerse que el **contenido genérico de un certificado de instalación eléctrica** es el siguiente:

- Datos referentes al titular de la instalación o representante del mismo
- Datos referentes a la empresa instaladora
- Certificación de la empresa instaladora
- Datos referentes al instalador autorizado
- Datos de la empresa distribuidora de energía eléctrica
- Características generales de la instalación
- Características técnicas de la instalación
- Verificaciones por medidas y ensayos
- Firma del instalador autorizado

Actividad propuesta

1.3. ¿Qué diferencia existe entre una compañía distribuidora de energía eléctrica y una comercializadora de energía eléctrica?

Infórmate acerca de la compañía distribuidora y comercializadora que suministra energía a tu domicilio particular. Puedes hacerlo, por ejemplo, comprobando el último recibo de consumo eléctrico.

1.5.2. Proceso de legalización de las instalaciones

Una vez ejecutada la instalación, el instalador eléctrico autorizado deberá aportar la documentación necesaria al Organismo competente encargado de realizar las gestiones correspondientes para poder solicitar el suministro eléctrico. El proceso y la documentación variarán en función del tipo y características técnicas de la instalación y de si es requerido un proyecto eléctrico o una Memoria Técnica de Diseño.

Además, los procesos administrativos necesarios para la legalización de una instalación eléctrica pueden diferir en cierta medida dependiendo de la comunidad autónoma. A pesar de las diferencias existentes en cuanto a la metodología de tramitación y legalización de las instalaciones, en todas ellas se siguen unas pautas similares que se exponen en el siguiente esquema.

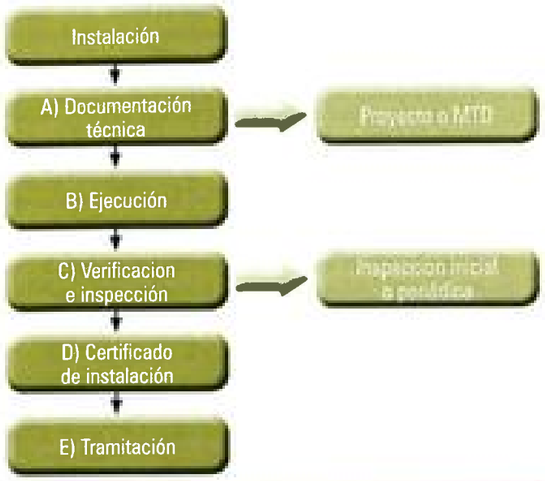


Figura 1.5. *Proceso de legalización de las instalaciones eléctricas*

Dada su complejidad y especial importancia, el proceso de tramitación y legalización de las instalaciones eléctricas será estudiado con mayor detalle en la unidad 6 de este libro.

1.5.3. Puesta en servicio de las instalaciones

El titular de la instalación es el encargado de solicitar el suministro energético mediante la presentación, en la correspondiente empresa de energía eléctrica, del certificado de instalación eléctrica debidamente legalizado y del documento de solicitud de suministro (figura 1.6).

Dicha empresa podrá realizar las verificaciones que considere oportunas en lo que se refiere al cumplimiento del reglamento y, en caso favorable, conectará la instalación a la red eléctrica de distribución.

En caso de ser necesario disponer de suministro eléctrico, por causas objetivas, antes de concluir la tramitación administrativa de las instalaciones, se podrá solicitar justificadamente y garantizando la seguridad de las personas y bienes, así como la no perturbación de otras instalaciones o equipos, el *suministro provisional en pruebas*.

IBERDROLA

SOLICITUD DE SUMINISTRO

Solicitante					
NOMBRE/RAZÓN SOCIAL				**DNI/CIF**	
Dirección del Solicitante					
MUNICIPIO				**CP**	
Calle/Plaza				**Nº**	
TFNO. FIJO		**TFNO. MÓVIL**		**E-MAIL**	

Representante					
NOMBRE/RAZÓN SOCIAL				**DNI/CIF**	
¿Actua como Instalador?	**Sí**		**No**		
Dirección del Representante					
MUNICIPIO				**CP**	
Calle/Plaza				**Nº**	
TFNO. FIJO		**TFNO. MÓVIL**		**E-MAIL**	

Deseo que toda la información relativa a este expediente se remita al:
Solicitante ☐ **Representante** ☐

DATOS DE LA SOLICITUD

INDIVIDUAL					
AUX. DE OBRAS		**NUEVO SUMINISTRO**		**AMPLIACIÓN**	
MUNICIPIO				**CP**	
Calle/Plaza				**Nº**	
POTENCIA		**TENSIÓN**			
OBSERVACIONES					

* Con el fin de cumplir con el Art. 12 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en las solicitudes de auxiliar de obra, y para cursar las mismas, se deberá aportar la siguiente información relativa al suministro definitivo: número de viviendas, grado de electrificación y planos y superficies de los locales comerciales definitivos de la edificación.

COLECTIVO			
VIVIENDAS EN FINCA		**NÚMERO DE PORTALES (1)**	
VIVIENDAS UNIFAMILIARES (2)			
NAVES INDUSTRIALES (3)			

(1) Se acompañará un ANEXO I por cada uno de los portales
(2) Se acompañará un ANEXO II o ANEXO II - a
(3) Se acompañará un ANEXO III o ANEXO III - a

** Se informa que, según legislación vigente, caso que su petición supere los 100 kW en casco urbano, tiene la obligación de reservar un local para posible ubicación de centro de transformación.
*** En documento aparte se indica la documentación necesaria e imprescindible para realizar el alta efectiva de la solicitud.
**** Se indica la documentación necesaria para la contratación final del suministro

El presente impreso cumplimentado, junto con la documentación a aportar, se puede entregar por las siguientes vías:

1) Dirección de mail - acometidascaceres@iberdrola.es

2) Direcciones postales IBERDROAL, S.A. - CPD C/ PERIODISTA SANCHEZ ASENSIO, 1, 10002 - CACERES

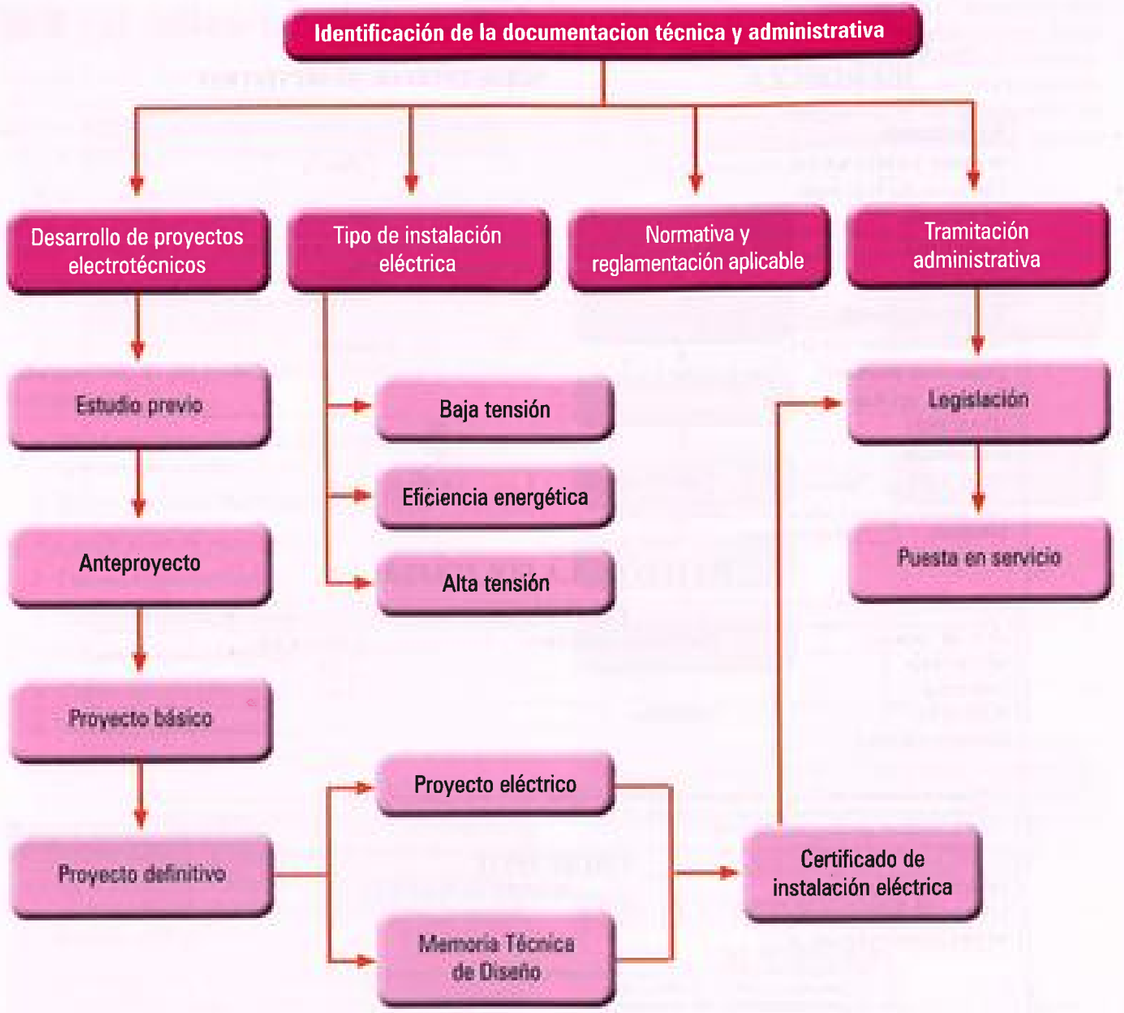
3) O entrega física en Punto IBERDROLA de Cáceres, Plasencia o Navalmoral de la Mata

Firma Solicitante:

Teléfono Cliente 901-20 20 20

IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U. con sede social en Bilbao, c/Gardoki,8 Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo:3863,Libro:0,Folio:179,Seccion:,Hoja:BI-27057,Inscripción 1ª el día 16 de Febrero de 2000. CIF A-95075578

Figura 1.6. *Modelo de documento de solicitud de suministro eléctrico para la Comunidad Autónoma de Extremadura. Cortesía de Iberdrola*



Actividades de comprobación

1.1. La Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

- **a)** Tiene carácter obligatorio
- **b)** Tiene carácter orientativo, no obligatorio
- **c)** Fue derogada por el Código Técnico de la Edificación

1.2. ¿En qué año fueron publicados los vigentes Reglamentos de Baja Tensión y de Líneas Eléctricas de Alta Tensión?

- **a)** Ambos fueron publicados en el año 2010
- **b)** En el año 2002 y el año 2008, respectivamente
- **c)** En el año 2002 y el año 2010, respectivamente

1.3. Las fases del desarrollo de un proyecto son, en orden cronológico:

- **a)** Estudio previo y redacción del proyecto, inscripción, registro y legalización de la instalación, ejecución y seguimiento del proyecto y comprobación de funcionamiento
- **b)** Estudio previo y redacción del proyecto, inscripción, registro y legalización de la instalación, comprobación de funcionamiento y seguimiento del proyecto
- **c)** Estudio previo y redacción del proyecto, ejecución y seguimiento del proyecto, comprobación de funcionamiento e inscripción, registro y legalización de la instalación

1.4. ¿Cuál de los siguientes documentos posee un carácter obligatorio de cara a su aplicación?

- **a)** Norma IEC
- **b)** Real Decreto
- **c)** Guía técnica

1.5. El conjunto de documentos en soporte físico, lógico u otro, que define las características generales de un producto, obra, instalación servicio o *software*, sin entrar en el detalle de las características de cada uno de los elementos de que se compone, se denomina:

- **a)** Proyecto básico
- **b)** Anteproyecto
- **c)** Estudio previo

1.6. ¿A qué organismo hacen referencia las siglas IEC?

- **a)** Comisión Electrotécnica Internacional
- **b)** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica
- **c)** Organización Internacional de Normalización

1.7. Una instalación cuya tensión de funcionamiento es de 1.000 V se considera:

- **a)** Instalación eléctrica de baja tensión
- **b)** Instalación eléctrica de alta tensión
- **c)** Instalación eléctrica de media tensión

1.8. El proceso de tramitación y legalización de las instalaciones eléctricas ¿es idéntico en todas las comunidades autónomas?

- **a)** Sí, ya que lo establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- **b)** Sí pero solo en el territorio peninsular
- **c)** No, depende de cada comunidad autónoma

1.9. Si durante la fase de proyecto de una instalación determinada se descubre que no es posible ajustarse en su totalidad al contenido del reglamento de aplicación correspondiente:

- **a)** Se deberán suspender los trabajos y desestimar la ejecución de la obra
- **b)** Se podrá tramitar una solicitud de excepción al reglamento correspondiente, siempre que este lo contemple, antes de iniciar la ejecución de las obras
- **c)** Se podrá tramitar una solicitud de excepción al reglamento correspondiente, siempre que este lo contemple, e iniciar las obras antes de su aprobación para ganar tiempo

1.10. En el proyecto definitivo de una instalación eléctrica no es necesario que se incluya:

- **a)** El pliego de condiciones
- **b)** El presupuesto
- **c)** La firma del instalador

Actividades de aplicación

1.1. Indica en qué grupos clasificarías a las siguientes instalaciones eléctricas, desde el punto de vista de su nivel de tensión y desde el punto de vista de su uso y características:

a) Centro de transformación de una industria pequeña (66.000/400 V)

b) Cafetería con suministro monofásico que fue legalizada en el año 1998

c) Línea subterránea de distribución de energía, de tensión 400/230 V, para abastecer a un bloque de viviendas de nueva construcción

d) Instalación de alumbrado público en una autopista, con una potencia de 26 kW

e) Línea de evacuación de energía eléctrica de una central de ciclo combinado

f) Subestación eléctrica para dotar de suministro a una línea ferroviaria de alta velocidad que funciona con una tensión de 25.000 V

g) Edificio de 250 viviendas con dos plantas de garaje y piscina comunitaria

1.2. Plantea de manera breve la documentación técnica para tramitar, legalizar y poner en servicio cada una de las instalaciones incluidas en el listado anterior.

1.3. Indica a qué reglamentos de los estudiados a lo largo de la unidad debería acogerse cada una de las instalaciones incluidas en el listado anterior.

1.4. Indica las fases de desarrollo de un proyecto electrotécnico, definiendo brevemente las principales características de cada una de ellas.

1.5. Realiza una tabla resumen en la que queden definidas las principales disposiciones legales que afectan a las instalaciones eléctricas.

1.6. Define brevemente los siguientes conceptos:

- Estudio previo
- Proyecto eléctrico
- Memoria Técnica de Diseño
- Instalación eléctrica de alta tensión.
- Organización Internacional de Normalización
- Suministro provisional en pruebas.

1.7. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, justificando la respuesta:

- Las instalaciones eléctricas se rigen por la misma reglamentación independientemente de su tensión.
- Las normas ISO se crean con el fin de simplificar y unificar procesos productivos.
- La aplicación del Código Técnico de la Edificación (CTE) exime del cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (REBT).
- El certificado de instalación eléctrica incluye los datos referentes a la empresa instaladora.
- El proyecto de administrativo se encarga de definir las características de un producto o de una obra.
- El titular de la instalación decide en qué situación realizar un proyecto eléctrico o una Memoria Técnica de Diseño.

1.8. Enumera las figuras políticas que componen el entorno legislativo, ordenándolas de manera jerárquica. Indica, asimismo, los posibles tipos de disposiciones legales que pueden redactar.

1.9. Indica las diferencias fundamentales, en lo que respecta al contenido, entre un proyecto electrotécnico y una Memoria Técnica de Diseño.

1.10. ¿Qué diferencias fundamentales existen entre un proyecto administrativo y un proyecto de ejecución?

¿Podrían unificarse ambos tipos de proyectos en un único documento técnico?

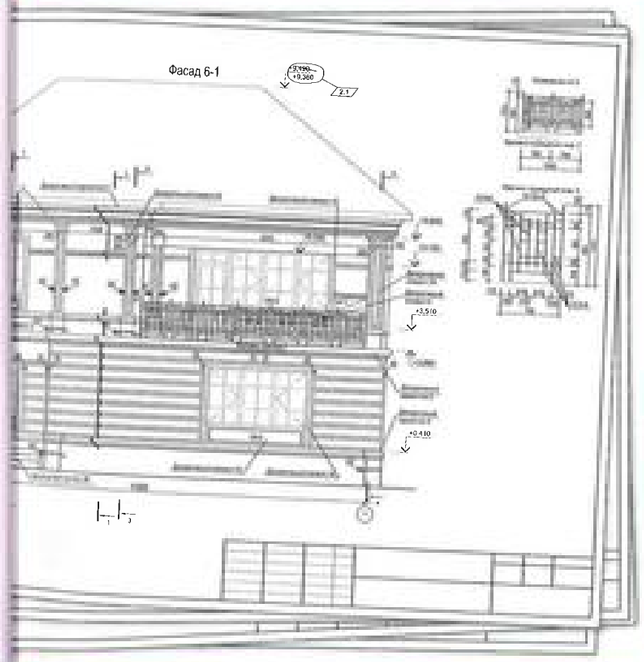
Razona tu respuesta.

1.11. Realiza una clasificación detallada de las instalaciones eléctricas en función de su nivel de tensión.

1.12. Resume brevemente el proceso de transposición de normas internacionales a normas españolas.

1.13. ¿Para qué sirve la Guía Técnica de aplicación de un determinado reglamento? ¿Qué características la definen? ¿Cuál es el objetivo de su publicación?

2 El proyecto y la Memoria Técnica de Diseño



Toda instalación eléctrica debe tener asociada una documentación técnica específica que defina sus características y peculiaridades más importantes, de tal manera que su ejecución pueda llevarse a cabo acorde con lo estipulado previamente.

En la siguiente unidad se definen los contenidos y documentos que conforman los proyectos y las Memorias Técnicas de Diseño para todo tipo de instalaciones eléctricas.

Contenidos

- 2.1. Selección de la documentación técnica
- 2.2. Proyecto de instalaciones eléctricas de baja tensión
- 2.3. Memoria Técnica de Diseño
- 2.4. Eficiencia energética en alumbrado exterior
- 2.5. Documentación técnica de las instalaciones eléctricas de alta tensión

Objetivos

- Identificar la documentación que requieren las instalaciones eléctricas para ser legalizadas
- Conocer qué instalaciones eléctricas deben ser objeto de proyecto o de Memoria Técnica de Diseño
- Determinar los contenidos de la documentación técnica asociada a cada tipo de instalación
- Aprender a seleccionar los datos que deben incluirse para conformar los diferentes documentos de un proyecto

2.1. Selección de la documentación técnica

Las instalaciones eléctricas poseen unas características técnicas en función del uso al que se destinan. En virtud de ello dichas instalaciones se clasifican en sus correspondientes grupos establecidos por su correspondiente reglamento.

Las instalaciones cuyo ámbito de aplicación sea el establecido por el Reglamento en vigor se ejecutan sobre la base de una documentación técnica que, en función de lo establecido en cada situación, será de tipo:

- **Proyecto:** será redactado y firmado por un técnico titulado competente, el cual será el responsable de que se adapte a las diferentes disposiciones reglamentarias. Dicho proyecto se desarrollará como parte del proyecto general del edificio o en forma de uno o varios proyectos específicos.
- **Memoria Técnica de Diseño** (MTD): será redactada sobre modelos establecidos por cada comunidad autónoma, aportando los datos y características de diseño básicas de la instalación.

El proyectista es el encargado de realizar el proyecto de la instalación eléctrica que posteriormente llevará a cabo el instalador eléctrico autorizado. Se trata, generalmente, de un ingeniero cualificado, que puede estar colegiado en su colegio de ingenieros, que accede a visar los proyectos de sus afiliados, previa revisión documental.

La Memoria Técnica de Diseño será redactada y firmada por un instalador autorizado o por un técnico competente que se hará responsable de que la misma se adapte a las disposiciones reglamentarias.

En la tabla 2.1 se definen las situaciones en las que se realiza proyecto de la instalación eléctrica o Memoria Técnica de Diseño para instalaciones de nueva construcción.

Tabla 2.1. Selección de la documentación técnica

INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	Proyecto o MTD según apartado 2.1.1	
INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR (BAJA TENSIÓN)	Parte eléctrica	Proyecto o MTD según apartado 2.1.1
	Eficiencia energética	P ≤ 1 kW, no aplica
		1 kW < P ≤ 5 kW, MTD
		P > 5 kW, proyecto
INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN	Siempre proyecto	

2.1.1. Instalaciones eléctricas en baja tensión que requieren proyecto

La clasificación de las instalaciones de baja tensión es más complicada que para el resto de instalaciones, debido a que es necesario englobarlas correctamente en función de sus características técnicas. El pertenecer a un grupo o a otro determina la información que debe contener la documentación técnica y también determinados detalles constructivos asociados a cada grupo. Todas las instalaciones eléctricas nuevas de baja tensión han de quedar englobadas en uno de los grupos expuestos en la tabla 2.2, para su correcta definición. La tabla 2.2 es la disposición general del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aunque pueden existir modificaciones en los grupos o añadirse otros nuevos en función de las disposiciones propias de cada una las comunidades autónomas.

Tabla 2.2. Instalaciones de nueva elaboración que precisan proyecto

Grupo	Tipo de instalación	Límites y condiciones
a	Industrias en general, sin ningún riesgo especial	P > 20 kW
b	Las correspondientes a: Locales húmedos Locales polvorientos Locales con riesgo de corrosión Bombas de extracción o elevación de agua (sean o no industriales) *Ejemplos: depuradoras de aguas, salas de baterías, almacenes de productos químicos corrosivos*	P > 10 kW
c	Las correspondientes a: Locales mojados Generadores y convertidores Conductores aislados para caldeo, excluyendo los de viviendas *Ejemplos: grupos electrógenos (GE), instalaciones de cogeneración, instalaciones fotovoltaicas, aerogeneradores, cámaras frigoríficas, vestuarios con salas de duchas, lavaderos, saunas, instalaciones a la intemperie*	P > 10 kW

Tabla 2.2. Instalaciones de nueva elaboración que precisan proyecto *(continuación)*

Grupo	Tipo de instalación	Límites y condiciones
d	Las de carácter temporal para: Alimentación de maquinaria de obras en construcción (luz de obra) De carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos *Ejemplos: puestos en ferias, circos ambulantes, exposiciones temporales, ferias y* stands, *alumbrado festivo ornamental, casetas de obra*	P > 50 kW
e	Edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia en edificación vertical u horizontal	P > 100 kW por caja general de protección (CGP)
f	Viviendas unifamiliares	P > 50 kW
g	Garajes o estacionamientos privados de vehículos que requieran ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación o potencia
h	Garajes o estacionamientos privados de vehículos que dispongan de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
i	Locales de pública concurrencia Locales de espectáculos y actividades recreativas Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios Locales clasificados en condiciones BD2, BD3 y BD4 Locales cuya capacidad de ocupación sea superior a 100 personas, independientemente de su uso *Ejemplos: iglesias, museos, casinos, hoteles, complejos turísticos, hostales, prisiones, clínicas hospitalarias, centros de enseñanza y bibliotecas para más de 50 personas, auditorios, pabellones deportivos, bares y restaurantes, discotecas*	Sin límite ni condición
j	Las correspondientes a: Líneas de baja tensión con apoyos comunes con alta tensión Máquinas de elevación y transporte Instalaciones que utilicen tensiones especiales Cercas eléctricas Redes aéreas o subterráneas de distribución Rótulos luminosos *Ejemplos: grúas puente, montacargas, ascensores, funiculares, escaleras mecánicas*	Sin límite de potencia
k	Instalaciones de alumbrado exterior *Ejemplos: alumbrado de autovías, carreteras, avenidas, viales, calles, pasajes, paseos peatonales, plazas, parques, fachadas de edificios, anuncios publicitarios, señales de tráfico luminosas*	P > 5 kW
l	Locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes Locales con riesgo de incendio o explosión de clase I Locales con riesgo de incendio o explosión de clase II *Ejemplos: estaciones de servicio, talleres de reparación de vehículos, salas de barnizado, salas de calderas de gas, refinerías, molinos de cereales, silos, carpinterías de madera, almacenes de azufre*	Sin límite
m	Quirófanos y salas de intervención	Sin límite
n	Piscinas y fuentes	P > 5 kW
o	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio correspondiente mediante la oportuna disposición *Ejemplos: almacenes que no contengan productos corrosivos ni inflamables*	Según corresponda

Asimismo, requerirán proyecto las siguientes **modificaciones y ampliaciones:**

a) Todas las ampliaciones de las instalaciones de tipo b, c, g, i, j, l, m y las modificaciones de importancia de las mismas (generalmente si se modifica más del 50% de la potencia original).

b) Las ampliaciones de las instalaciones que, siendo de los tipos señalados en la tabla 2.2, no alcanzasen los límites de potencia prevista establecido por las mismas pero que lo superan al producirse la ampliación.

c) Las ampliaciones de instalaciones que requirieron proyecto originalmente si en una o varias ampliaciones se supera el 50% de la potencia prevista en el proyecto anterior.

2.1.2. Instalaciones eléctricas en baja tensión que requieren Memoria Técnica de Diseño

Será necesario realizar una Memoria Técnica de Diseño para todas las instalaciones, ya sean nuevas, ampliaciones o modificaciones, **no incluidas** dentro de los límites y condiciones de los grupos indicados **en la tabla 2.2.**

También se puede recurrir en determinadas comunidades autónomas que así lo permiten a realizar una Memoria Técnica de Diseño para realizar un cambio de titular en la instalación.

2.2. Proyecto de instalaciones eléctricas de baja tensión

En el proyecto de una instalación eléctrica debe incluirse la información suficiente y de forma precisa para que el técnico competente pueda ejecutar la obra adecuadamente aunque no sea el autor del proyecto.

> Un proyecto es una herramienta que analiza y sintetiza un conjunto de datos para la búsqueda de una solución. El proyecto eléctrico tiene como finalidad plasmar las características técnicas de una instalación eléctrica adoptando la solución adecuada.
>
> El proyecto definitivo o de ejecución viene precedido del proyecto básico, el anteproyecto y el estudio previo.

El proyecto de una instalación electrotécnica puede estar conformado por la documentación técnica especificada en la tabla 2.3:

Tabla 2.3. Documentación técnica asociada a un proyecto de baja tensión

Portada	
Índice general de contenidos	
Memoria descriptiva	• Objeto del proyecto • Emplazamiento de la instalación • Datos relativos a la propiedad • Datos relativos al autor del proyecto • Datos técnicos y características del local • Características básicas y uso al que se destina la instalación o local – Datos técnicos – Clasificación de las instalaciones o locales • Previsión de cargas o justificación de la potencia instalada – Relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia • Tipo de esquema y descripción de las instalaciones de enlace • Descripción interior de la instalación – Definición de las características de los materiales empleados según las condiciones de los locales o modos de instalación – Puntos de utilización y características técnicas de los conductores • Equipos y sistemas de iluminación ordinaria • Descripción y características de la instalación de puesta a tierra • Descripción de sistemas de protección frente a contactos directos e indirectos, sobreintensidades y sobretensiones • Normativa y reglamentación aplicable • Conclusiones

Tabla 2.3. Documentación técnica asociada a un proyecto de baja tensión *(continuación)*

Anexos de cálculos eléctricos	• Previsión de cargas (previsión de potencia) • Número de circuitos y secciones de los conductores empleados • Características y diámetros de los tubos para canalizaciones • Características de los dispositivos de corte y protección adoptados • Cálculo de caídas de tensión • Cálculo de la intensidad de cortocircuito • Dimensionado de la instalación de puesta a tierra – Estimación del valor de resistencia de puesta a tierra – Secciones de conductores de protección • Otros cálculos justificativos del diseño que se consideren necesarios
Planos de proyecto de obra civil	• Plano de situación general • Plano topográfico • Plano de trazado • Plano de zonificación y parcelación • Perfiles longitudinales y transversales
Planos de proyectos de edificación	• Plano de emplazamiento • Planos de cimentación • Plano de estructuras • Planos de planta de distribución y cotas • Plano de planta de mobiliario • Memorias de carpintería • Planos de sección constructiva
Planos y esquemas de la instalación eléctrica	• Esquemas unifilares, multifilares o de bloques de la instalación • Planos de planta de la instalación eléctrica • Trazado de las canalizaciones
Pliego de condiciones	• Pliego de condiciones administrativas • Pliego de condiciones técnicas
Presupuesto	• Cuadro de precios descompuestos
Estudios con entidad propia, planes y manuales	• Estudio básico de seguridad y salud • Plan de prevención de riesgos laborales • Plan de calidad • Plan de gestión medioambiental • Estudios de viabilidad • Protocolos de pruebas • Condiciones de puesta en marcha o servicio • Cronograma • Manuales de mantenimiento e instrucciones
Otros cálculos y anexos justificativos	• Cálculo de ocupación • Plano del trazado de las vías de evacuación • Descripción y cálculos justificativos del alumbrado de emergencia • Clasificación de zonas con riesgo de incendio o explosión y equipos y materiales utilizados • Descripción y características del segundo suministro • Justificación de eficiencia energética

2.2.1. Portada e índice general

La **portada** debe definir de un vistazo las principales características de la instalación objeto del proyecto. Debe contener los siguientes datos:

- Indicación de si es proyecto o anteproyecto, según corresponda.
- Nombre del proyecto.
- Breve descripción del proyecto, indicando si se trata de una instalación nueva, una ampliación de potencia o una modificación.
- Nombre de la instalación y las características que la definen en su estado (nivel de tensión, potencia, etcétera).
- Emplazamiento de la instalación.
- Mención de la empresa titular peticionaria o promotor de la instalación.
- Número de carpeta y número total de carpetas (si procede).
- Autor del proyecto y número de colegiado.
- Fecha de presentación del documento.

Todo proyecto debe contener, además, su correspondiente **índice.** Pueden realizarse proyectos de una instalación eléctrica extensos, por lo que el índice permitirá a la persona que lo use encontrarse y manejarse rápidamente dentro de él.

Los documentos internos del proyecto de gran extensión, como anexos, planos o estudios con entidad propia, pueden contener su propio subíndice de contenidos.

2.2.2. Memoria descriptiva

La memoria de un proyecto debe incluir todos los datos básicos referentes a la instalación. Cada memoria se adapta a la instalación objeto del proyecto, por lo que los diferentes contenidos expuestos a continuación pueden no ser siempre necesarios. No obstante, nunca puede omitirse determinada información imprescindible en todo proyecto: el definitivo hace adaptar su información al tipo de instalación requerida.

Los contenidos que deben quedar reflejados en la memoria de un proyecto electrotécnico son:

1. Objeto del proyecto

Se define la intención del proyecto eléctrico que se va a redactar citando el tipo de instalación eléctrica que es, atendiendo a su categoría (local de pública concurrencia, garaje, piscina, etc.), desde el punto de vista del reglamento electrotécnico que le corresponda. Además se manifiesta la finalidad de exponer ante los órganos competentes que dicha instalación cumple las garantías y condiciones mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

El objeto del proyecto, en determinadas situaciones, puede incluir otro subapartado denominado **antecedentes.** Aquí se indica la existencia o no de instalaciones en el mismo emplazamiento y se justifica la necesidad de la actuación que se va a proyectar, ya sea reforma parcial, rehabilitación, ampliación o modificación.

2. Emplazamiento de la instalación

Se indica el emplazamiento de la instalación, el cual debe coincidir con el resto de la documentación existente de dicha instalación (certificado final de obra, certificado de baja tensión, licencias, etc.). En caso de existir varios accesos o de no coincidir estos con la dirección en la que se realiza la actividad, se indicará oportunamente.

3. Datos relativos a la propiedad y al autor del proyecto

Es necesario reflejar el nombre o razón social del titular de la instalación con su NIF o CIF según se corresponda, así como su domicilio fiscal. El proyectista deberá indicar su nombre y su número de colegiado emitido por el correspondiente colegio de ingenieros al que pertenezca.

4. Datos técnicos y características del local

Se trata de una breve descripción de las características constructivas del local, del reparto de las superficies y las plantas, así como de la utilidad de cada una de las dependencias en caso de existir varias. Es imprescindible indicar la altura de los techos y falsos techos en caso de existir.

5. Características básicas y uso al que se destina la instalación o local

Se especifican los datos técnicos de la instalación y se detalla su clasificación según las posibilidades que ofrece la tabla 2.2. Dependiendo de esta clasificación, le serán de aplicación las instrucciones técnicas complementarias (ITC) del Reglamento correspondiente.

6. Previsión de cargas o justificación de la potencia instalada

En este apartado se incluyen los distintos datos de las potencias de la instalación, como son:

- ***Potencia instalada/prevista.*** Es la potencia producto de la suma de la estimación de todas las cargas que vayan a existir en la instalación. Se obtiene a partir de la relación nominal de los receptores que se prevean instalar y su potencia. Para realizar el cálculo, suelen tenerse en cuenta diversos factores de simultaneidad.
- ***Potencia máxima admisible.*** Es la potencia máxima que puede alimentar la instalación. La establece el amperaje del interruptor general automático (IGA). Para realizar el cálculo, suele considerarse un factor de potencia resistivo (cos $\varphi = 1$).
- ***Potencia contratada.*** Es la potencia que se contrata a la compañía eléctrica. La establece el amperaje del interruptor de control de potencia (ICP) para instalaciones que no superen los 63 A. A partir de este valor de intensidad se utiliza un dispositivo denominado *maxímetro.*

Tabla 2.4. Potencia máxima admisible (en kW) en función del amperaje del interruptor general y la tensión del sistema considerando un factor de potencia igual a 1

Potencia máxima admisible de la instalación (kW)			
Intensidad IGA (A)	**Sistema monofásico (230 V)**	**Sistema trifásico (U_L = 400 V)**	**Sistema trifásico (U_L = 230 V)**
10	2,30	6,93	3,98
16	3,68	11,09	6,37
20	4,60	13,86	7,97
25	5,75	17,32	9,96
32	7,36	22,17	12,75
40	9,20	27,71	15,93
50	11,50	34,64	19,92
63	14,49	43,65	25,10
80	18,40	55,43	31,87
100	23,00	69,28	39,84
125	28,75	86,60	49,80
150	34,50	103,92	59,76
160	36,80	110,85	63,74
200	46,00	138,56	79,67
250	57,50	173,21	99,59
400	92,00	277,13	159,35
630	144,90	436,48	250,97
800	184,00	554,26	318,70
1.000	230,00	692,82	398,37
2.000	460,00	1.385,64	796,74
2.500	575,00	1.732,05	995,93
4.000	920,00	2.771,28	1.593,49

Actividad propuesta

2.1. Indica si los siguientes supuestos, referentes a las potencias características de diversas instalaciones eléctricas, son verdaderos o falsos desde un punto de vista técnico, justificando la respuesta. En caso de que las potencias no sean adecuadas, plantea una posibilidad alternativa válida.

a) Las potencias de un garaje con alimentación trifásica (400 V) son las siguientes:
- Potencia prevista: 90 kW
- Potencia máxima admisible: 69,3 kW

b) Las potencias de un bar-restaurante con suministro monofásico (230 V) son las siguientes:
- Potencia máxima admisible: 14,45 kW
- Potencia contratada: 23 kW

c) Las potencias de una vivienda con alimentación monofásica (230 V) son las siguientes:
- Potencia prevista: 11,5 kW
- Potencia máxima admisible: 4,6 kW
- Potencia contratada: 5,75 kW

d) Las potencias de un taller mecánico con suministro trifásico (400 V) son las siguientes:
- Potencia prevista: 135 kW
- Potencia máxima admisible: 86,625 kW
- Potencia contratada: 69,3 kW

e) Las potencias de un pequeño local comercial con alimentación trifásica (400 V) son las siguientes:
- Potencia prevista: 12 kW
- Potencia máxima admisible: 17,32 kW
- Potencia contratada: 17,32 kW

7. Tipo de esquema de distribución de neutro y masas

En este apartado se especifica el tipo de conexión del neutro y de las masas en la red de distribución que alimenta la instalación. Existen tres posibilidades:

- ***Esquema TT:*** el neutro del transformador y las masas metálicas de la instalación se conectan directamente a tomas de tierra separadas y sin elemento de protección. Es el esquema más utilizado por su alta capacidad de protección a las personas.
- ***Esquema IT:*** el neutro del transformador se encuentra aislado de tierra o conectado a través de una impedancia y las masas metálicas, a una tierra independiente. Se usa en lugares en los que la continuidad de servicio es crítica, como quirófanos o industrias con procesos sensibles a las interrupciones.
- ***Esquema TN:*** es el sistema menos utilizado, puesto que se necesita calcular las impedancias en todos los puntos de la línea y diseñar las protecciones de forma individual para cada receptor. Este tipo de esquema de distribución puede ser *TN-C*, si el conductor de protección y el neutro están unificados (PEN); *TN-S*, si el conductor de protección y el neutro son independientes, o *TN-S-C,* si el conductor de protección y el neutro son independientes en algunos tramos y están unificados al llegar al centro de transformación.

8. Descripción de las instalaciones de enlace

En este apartado se describen las instalaciones eléctricas de enlace, las cuales son las que unen la caja general de protección o bases tripolares verticales, incluidas estas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Comienzan en el final de la acometida y terminan en los dispositivos generales de protección. Según lo especificado en la ITC-BT-12 del Reglamento, el esquema de una instalación de enlace puede ser de cuatro tipos:

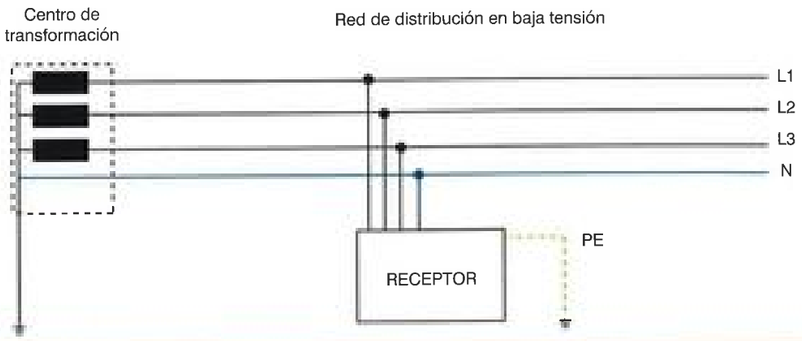


Figura 2.1. *Representación de un esquema de distribución de tipo TT, el más utilizado en las instalaciones eléctricas convencionales*

Tabla 2.5. Posibles esquemas de las instalaciones de enlace

Tipo de esquema (ITC-BT-12)	Descripción
Esquema 2.1	Para un solo usuario
Esquema 2.2.1	Para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar
Esquema 2.2.2	Para más de un usuario con los contadores centralizados en un lugar
Esquema 2.2.3	Para más de un usuario con los contadores centralizados en más de un lugar

Las unidades funcionales que pueden formar parte de una instalación de enlace, y cuyas características y especificaciones técnicas deben quedar bien definidas en el proyecto, son las siguientes:

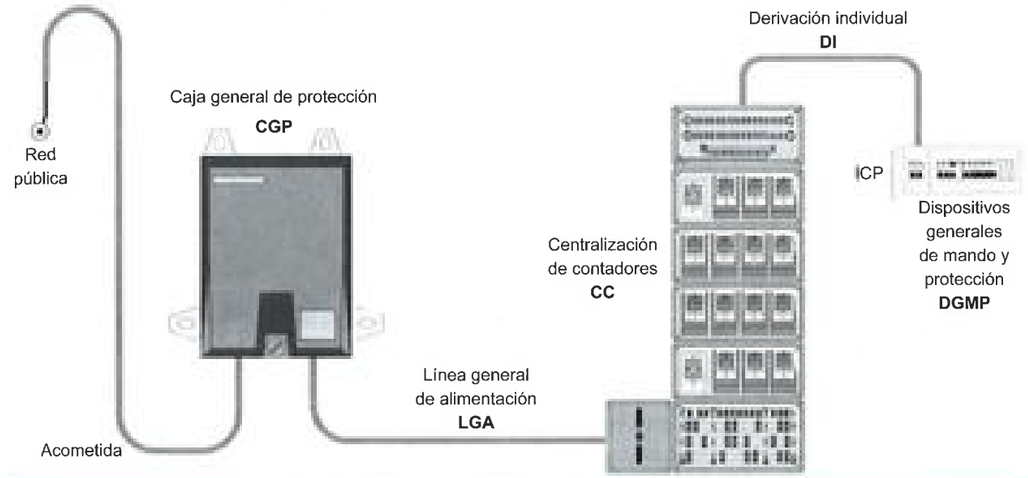


Figura 2.2. *Elementos que constituyen una instalación de enlace. Cortesía de Schneider*

- ***Caja general de protección (CGP):*** sirve para alojar la protección de las líneas generales de alimentación. Su función es proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a la línea general de alimentación (LGA). En este apartado de la memoria se establece la situación de la CGP y se asegura el cumplimiento de las normas a las que está sometida. Se indica el esquema de conexión que se usa en la instalación. En la ITC-BT-13 del REBT se detallan las características, emplazamiento e instalación de este componente.

  La designación de la CGP se realiza atendiendo al siguiente criterio:

CGP – 12 – 250 / 250 / 400 – BUC
Número/tipo de esquema
Intensidad nominal de las bases
Intensidad nominal de las bases del segundo circuito
Tipo de base
Intensidad máxima de paso

- ***Línea general de alimentación (LGA):*** es un conjunto de conductores que enlaza la CGP con la centralización de contadores. De una misma línea general de alimentación pueden hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores (ITC-BT-14 del REBT).

  El trazado de la LGA debe ser lo más corto y rectilíneo posible, y discurrir por zonas de uso común. El recorrido de los cables debe ser uniforme y sin empalmes fuera de sus correspondientes cajas.

  En este apartado se indican las dependencias por donde discurre la LGA, así como el sistema de instalación. Además es necesario indicar las características de los conductores *(número de conductores por fase, sección y particularidades especiales que deban cumplir)*, así como las características eléctricas de cada una de las LGA *(potencia, cos φ, intensidad, material, tensión, longitud, caída de tensión, resistencia* y *corriente de cortocircuito)*.

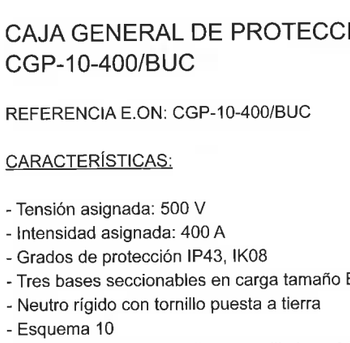
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN CGP-10-400/BUC

REFERENCIA E.ON: CGP-10-400/BUC

CARACTERÍSTICAS:

- Tensión asignada: 500 V
- Intensidad asignada: 400 A
- Grados de protección IP43, IK08
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-2
- Neutro rígido con tornillo puesta a tierra
- Esquema 10
- Bornes de entrada mediante tornillo inox. M10
- Bornes de salida mediante tornillo inox. M10

ESQUEMA 10



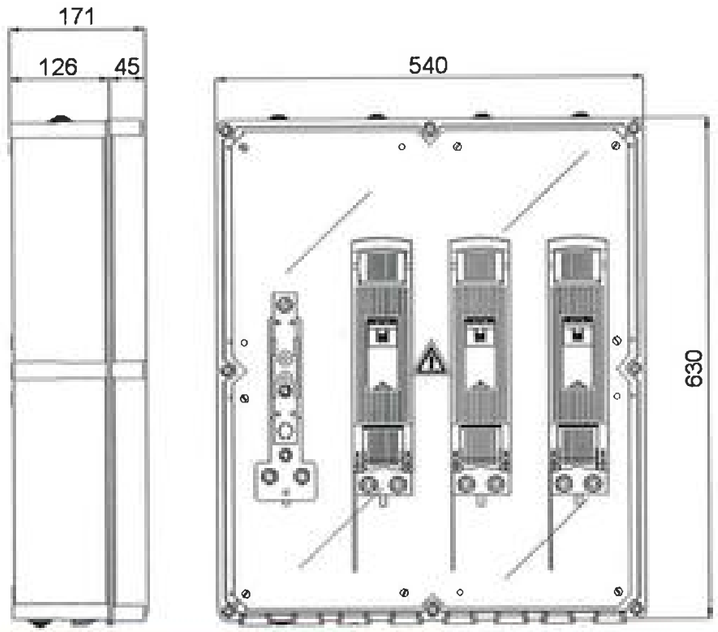


Figura 2.3. *Hoja de características y descripción de una CGP incluida en un proyecto. Cortesía de Cahors*

La sección de los conductores dependerá de la previsión de potencia de la edificación, pero nunca será inferior a 10 mm² en cobre y 16 mm² en aluminio. El diámetro mínimo de los tubos es de 75 mm.

- ***Centralización de contadores (CC):*** las viviendas, locales comerciales, oficinas, trasteros, industrias, garajes, etc., cuentan con un contador de energía propio para tarificar la energía consumida (kWh).

Los posibles métodos de ubicación de las centralizaciones de contadores son dos:

Tabla 2.6. Ubicaciones de las centralizaciones de contadores

Armario o local	Si el número contadores ≤ 16
Local	Si el número contadores > 16

En este apartado del proyecto debe establecerse el número de usuarios o contadores que van a existir en la instalación, las dimensiones de los armarios o locales, su situación exacta en la edificación y las características de los módulos que los albergan.

- ***Derivación individual (DI):*** es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

En los locales alimentados desde centros de transformación de compañía, la derivación individual parte «aguas abajo» de la LGA, desde los módulos de contadores. En los locales alimentados desde centros de transformación de abonado, es la línea que enlaza el cuadro general de baja tensión (CGBT) o de protección del transformador (CGBTCT), ubicado en el interior de cada centro de transformación, con el cuadro general de baja tensión de distribución (CGBT) de la instalación eléctrica interior.

Tabla 2.7. Potencia y sección de la derivación individual asociada a las diferentes intensidades del interruptor general automático, en instalaciones monofásicas convencionales

IGA	Potencia admisible	DI mínima
25 A	5.750 W	6 mm²
32 A	7.360 W	6 mm²-10 mm²
40 A	9.200 W	10 mm²
50 A	11.500 W	10 mm²-16 mm²
63 A	14.490 W	16 mm²

En este apartado se indica el trazado por donde discurre la DI, así como el sistema de instalación. Es igualmente necesario indicar las características de los conductores *(número de conductores por fase, sección y particularidades especiales que deban cumplir),* así como las características eléctricas de cada una de las derivaciones individuales *(potencia, cos φ, intensidad, calibre del fusible de protección, tensión, longitud, caída de tensión, resistencia* y *corriente de cortocircuito).*

Entre otros requisitos, cabe destacar que los tubos y canales protectores que alojan una derivación individual deben tener una sección nominal que permita ampliar hasta un 100% la sección de los conductores inicialmente instalados. Es imprescindible, además, que las derivaciones individuales discurran por lugares de uso común.

La sección de los conductores dependerá de la previsión de potencia de la instalación, no pudiendo ser inferior a 6 mm². El material utilizado siempre será cobre.

- ***Interruptor de control de potencia (ICP):*** es un interruptor automático monopolar que instala la compañía de energía eléctrica para controlar la potencia máxima que puede consumir el usuario de la instalación. No siempre es posible indicar las especificaciones de este dispositivo en un proyecto electrotécnico, ya que las condiciones de contratación se realizan, en la mayoría de los casos, tras la legalización de la instalación.
- ***Dispositivos generales de mando y protección (DGMP):*** se denomina DGMP al conjunto de componentes instalados en un cuadro eléctrico que protegen los circuitos eléctricos interiores. Los DGMP serán como mínimo:
  - Un interruptor general automático (IGA) magnetotérmico de corte omnipolar.
  - Un interruptor diferencial (ID) general.
  - Interruptores automáticos de corte omnipolar para cada uno de los circuitos de salida (PIA).
  - Dispositivo de protección contra sobretensiones, solo si se considera necesario.

Si la acometida a la que se conecta una instalación eléctrica de baja tensión pertenece a la compañía eléctrica (caso más frecuente), no debe ser incluida en el proyecto. Únicamente será necesario especificar el punto de conexión (centro de transformación o red de baja tensión) y el tipo (aérea, subterránea, mixta o interior).

9. Descripción interior de la instalación

Se establecen las características de los materiales empleados según las condiciones de los locales o métodos de instalación, así como los puntos de utilización y características técnicas de los conductores. Se deben desarrollar los contenidos mínimos siguientes:

- ***Descripción de las características generales del edificio:*** se describen las características constructivas del edificio imprescindibles para llevar a cabo las obras de las instalaciones eléctricas.
- ***Cuadro general de distribución:*** la instalación puede constar de uno o varios cuadros generales de distribución. Se indica el número de cuadros existentes, su posición, su designación y sus circuitos correspondientes.

  Debe poseer una placa impresa con características indelebles, en la que conste nombre, fecha de la instalación, razón social y con una identificación clara de los circuitos.
- ***Cuadros secundarios*:** la instalación puede constar de uno o varios cuadros secundarios, conectados «aguas abajo» del cuadro general de distribución. Se identifican todos los cuadros secundarios existentes, que además deben quedar situados con precisión en los respectivos planos.

  También poseen su placa impresa de características al igual que los cuadros generales de distribución.
- ***Líneas de distribución y canalización:*** son las líneas que parten de las protecciones de los cuadros eléctricos de la instalación. Se dimensionan atendiendo a lo indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o en la norma UNE 20.460-5-523.

  Las caídas de tensión acumuladas nunca deben ser mayores del 3% en los circuitos de alumbrado y de un 5% en los demás usos.

  Los conductores deben ser fácilmente identificables, especialmente en lo que respecta al conductor de neutro y de protección.

  Las prescripciones generales y particulares de los sistemas de instalación deben quedar también especificadas.
- ***Equilibrado de cargas:*** para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.
- ***Conexiones:*** en ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Las envolventes de los cuadros eléctricos se ajustarán a las Normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

10. Equipos y sistemas de iluminación ordinaria

Se describe el alumbrado normal que existe en la instalación, el cual se representa posteriormente en su plano de iluminación respectivo. Se ha de destacar que, en el caso de un local de pública concurrencia, el alumbrado de las zonas en las que se produzca una concurrencia de personas debe repartirse en tres líneas diferenciadas para que, en caso de avería, no afecte a más de una tercera parte del suministro de alumbrado. Se debe justificar que se cumplen los niveles mínimos exigidos por la normativa existente.

La iluminación de cada zona o parte de un lugar o trabajo se debe adaptar a las características de la actividad que se efectúa en ella, teniendo en cuenta:

- ✓ Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- ✓ Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Tabla 2.8. Niveles de iluminación mínimos de referencia, medidos a 0,85 m de altura en las zonas de uso general y a nivel de suelo en las vías de circulación

Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100 lux
2.º Exigencias visuales moderadas	200 lux
3.º Exigencias visuales altas	500 lux
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000 lux
Áreas o locales de uso ocasional	50 lux
Áreas o locales de uso habitual	100 lux
Vías de circulación de uso ocasional	25 lux
Vías de circulación de uso habitual	50 lux

Los niveles mínimos deben duplicarse en los siguientes casos:

- En las zonas en las que existan riesgos apreciables de caídas, choques o similares.
- En zonas donde se realicen tareas en las que un fallo de apreciación visual pueda suponer un peligro al trabajador.

Además la iluminación de los lugares de trabajo debe cumplir los siguientes requisitos:

- La distribución de los niveles de iluminación ha de ser lo más uniforme posible.
- Se han de mantener los niveles y contrastes de luminancia adecuados a la tarea que se desempeñe, de forma que se eviten las variaciones bruscas.
- Se debe rehuir de los deslumbramientos producidos por la luz solar o fuentes artificiales de alta luminancia.
- No se deben emplear deslumbramientos indirectos por superficies deslumbrantes.
- No se han de utilizar fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes.

11. Descripción y características de la instalación de puesta a tierra

La red de puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, utilizando generalmente conductores de cobre o acero galvanizado.

Este apartado de la memoria establecerá las características básicas de la red de tierras: tipo de electrodo (barras, pica, pletina, anillos, mallas metálicas o armaduras de hormigón), número de electrodos, características de los electrodos (longitud, diámetro, superficie, etc.), profundidad bajo suelo (nunca inferior a 0,5 m), zonas y medios por los que discurre la instalación, especificaciones de los conductores de tierra, bornes de puesta a tierra, conductores de protección y conductores/red de equipotencialidad.

Se han de definir, asimismo, las características nominales de los conductores empleados, en cuanto a tensión asignada, sección, metal conductor, aislamiento y normativas aplicables al tipo de conductor, como pueda ser en lo relativo a la propagación de incendios, emisiones de humo y opacidad reducida (Normas UNE 21.123 o UNE 21.102).

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben cumplir las siguientes prescripciones:

- El valor de la resistencia a tierra debe estar conforme con las normas de protección y funcionamiento de la instalación y mantenerse de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga deben circular sin peligro, desde el punto de vista térmico, mecánico y eléctrico.
- La solidez o la protección mecánica debe quedar asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Se han de contemplar los posibles riesgos debidos a electrolisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

En el anexo de cálculos del proyecto se realizará un cálculo del valor estimado de la resistencia de las tomas de tierra. Este valor de resistencia de tierra debe ser tal que garantice que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- ✓ 24 V en local o emplazamiento conductor.
- ✓ 50 V en los demás casos.

12. Descripción de los sistemas de protección

Deben especificarse adecuadamente las medidas de protección adoptadas frente a contactos directos e indirectos, sobreintensidades y sobretensiones.

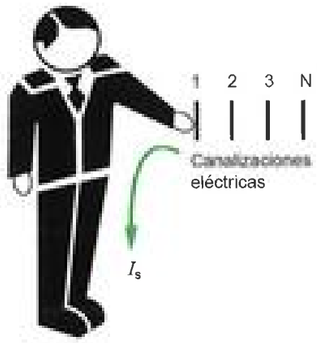
Para la protección frente a **contactos directos,** las partes activas deben estar cubiertas de aislamiento que no pueda ser eliminado más que por destrucción.

Todas las partes activas situadas en el interior de envolventes o detrás de barreras deben estar fijadas de manera segura y demostrar una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos.

La protección frente a ***contactos indirectos*** se garantiza aplicando una o varias de las siguientes medidas:

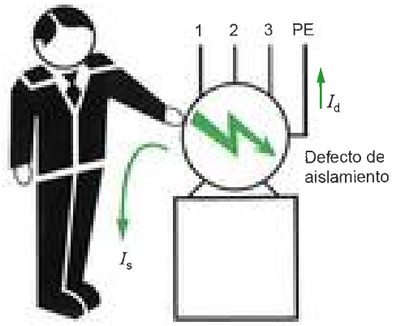
- Protección mediante corte automático de la alimentación.
- Separación de circuitos.
- Separación de las partes activas y las masas accesibles mediante aislantes de protección *(doble aislamiento).*
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte para intensidad de defecto.

Han de especificarse las características de las protecciones diferenciales, en caso de existir, tanto en amperaje como en sensibilidad. Es necesario que exista selectividad entre los diferentes circuitos o se establezcan los retardos de disparo necesarios.



I_s: Corriente de contacto

Figura 2.4. *Contacto directo*



I_s: Corriente de contacto
I_d: Corriente de defecto de aislamiento

Figura 2.5. *Contacto indirecto*

Para la protección frente a **sobreintensidades** se utilizarán dispositivos de corte de la alimentación en caso de defecto (interruptores automáticos, relés térmicos, fusibles, etc.), cuyas características se definirán en otros apartados del proyecto.

Para la protección frente a **sobretensiones,** cuando quede debidamente justificada la necesidad de su uso, se utilizarán descargadores de sobretensiones conectados con la instalación de puesta a tierra, cuyas características deben quedar definidas en apartados posteriores del proyecto.

13. Normativa y reglamentación aplicable

Es importante hacer referencia a toda la reglamentación aplicable a cada proyecto. Para las instalaciones eléctricas realizadas en el marco nacional deberá aplicarse el actual Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente, REBT 2002, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. Además es interesante aportar como información detallada las diferentes instrucciones técnicas del reglamento que aplican al proyecto objeto.

Además de la reglamentación eléctrica pueden aplicarse distintas reglamentaciones oficiales dependiendo del tipo de instalación, entre las que destacan:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT (RD 848/2002, de 2 de agosto), atendiendo a la Guía de Interpretación del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Aplicación del REBT, de septiembre de 2003.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora de energía eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Normativa y legislación de la Administración Autonómica y de la Administración Local.

14. Conclusiones

En este último apartado de la memoria se considera que, con todas las especificaciones y la documentación aportada, se da por reflejada y justificada la instalación ejecutable, con el objetivo de obtener las correspondientes autorizaciones y licencias que la autoridad competente considere le sean de aplicación.

El que suscribe y firma el proyecto debe indicar que se pone a entera disposición para cualquier aclaración o modificación que sea preciso anexar y da por terminada la presente memoria.

2.2.3. Anexos de cálculos eléctricos

Este documento del proyecto es el más importante desde un punto de vista electrotécnico, ya que justifica de manera técnica las características de la instalación. Al comienzo del anexo se exponen todas las fórmulas matemáticas y disposiciones reglamentarias que serán utilizadas durante su desarrollo, para después indicar, de manera individual o haciendo uso de tablas, todos los cálculos eléctricos necesarios, como son la previsión de cargas (previsión de potencia), el número de circuitos y secciones de los conductores que se vayan a emplear, el cálculo de caídas de tensión, así como el de la intensidad de cortocircuito, las características y diámetros de los tubos para canalizaciones y las de los dispositivos de corte y protección, el dimensionado de la instalación de puesta a tierra (resistencia de puesta a tierra y secciones de conductores de protección), además de otros cálculos justificativos del diseño que se consideren necesarios.

En la unidad 4 se detallará de manera concreta el proceso de elaboración de todos los cálculos eléctricos mencionados.

2.2.4. Planos de proyecto de obra civil y edificación

Los planos de proyecto de **obra civil** son el conjunto de documentos que definen las características constructivas y de diseño de una instalación de obras públicas. Se engloban en este grupo el plano de situación general, el topográfico, el de trazado, el de zonificación y parcelación y los perfiles longitudinales y transversales.

Los planos de proyecto de **edificación** definen las características técnicas y constructivas de un edificio. Se incluyen dentro de esta categoría el plano de emplazamiento, los planos de cimentación, el plano de estructuras, los planos de planta de distribución y cotas, el plano de planta de mobiliario, las memorias de carpintería y los planos de sección constructiva.

2.2.5. Planos y esquemas de la instalación eléctrica

El conjunto de los planos y esquemas eléctricos constituye otro de los documentos más importantes del proyecto. El documento se inicia con un índice que haga referencia a todos los planos contenidos, para una mejor localización. Tiene la misión de definir de forma inequívoca el objeto del proyecto.

Los planos eléctricos contienen la información técnica relativa al proyecto. Siempre deben estar respaldados y justificados mediante los cálculos necesarios.

- Esquemas unifilares, multifilares o de bloques de la instalación: en ellos se representan todos los circuitos de la instalación eléctrica mediante una o varias líneas.
- Planos de planta de la instalación eléctrica.
- Trazado de las canalizaciones.

2.2.6. Pliego de condiciones

Es el documento que regirá las obras para llevar a cabo el proyecto en la práctica. Determina las condiciones mínimas para la ejecución de las instalaciones eléctricas en consonancia con lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como las disposiciones legales vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

El pliego de condiciones puede dividirse, a su vez, en un **pliego de condiciones técnicas particulares** y en un **pliego de condiciones administrativas**, o estar ambos unificados en un solo documento.

El contenido hace referencia a las condiciones generales, al suministro, a la empresa instaladora, a las normas de ejecución y al montaje de las instalaciones, a los acabados y remates finales y a las calidades de los materiales y equipos utilizados durante el montaje de las instalaciones eléctricas. También define pruebas y ensayos reglamentarios, certificaciones, elementos sujetos a homologación y condiciones de uso de mantenimiento.

En definitiva, se busca asegurar que se han llevado a cabo los trabajos de manera correcta y acorde al proyecto, que se cumplen todas las condiciones técnicas exigidas y que se garantiza la seguridad de las personas, los fines básicos de la funcionalidad, el bienestar social y la protección del medio ambiente. Estos conceptos incluyen la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de manera que la instalación cumpla la finalidad para la cual ha sido diseñada y construida y su uso normal no suponga riesgo de accidente para las personas, animales o el medio ambiente.

Un adecuado pliego de condiciones debe establecer que han de cumplirse estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa de la obra, de modo que no pueda servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa ejecución, ni la calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2.2.7. Presupuesto

Es el documento del proyecto que, por medio de mediciones y valoraciones, da a conocer una estimación del coste de las obras civiles y de la instalación que se vaya a ejecutar.

Particularmente, el presupuesto de una instalación eléctrica engloba todos los gastos de material y mano de obra necesarios para llevar a cabo el montaje de los componentes y materiales definidos en el proyecto.

El presupuesto se compone generalmente por varios documentos divididos en cuatro partes diferenciadas:

- Estado de mediciones.
- Cuadro de precios unitarios.
- Cuadro de precios descompuestos.
- Presupuesto total.

El estado de mediciones y el presupuesto en sí mismo tienen como finalidad dar una idea lo más aproximada posible del importe de la realización del proyecto. No reflejan, por tanto, ni los gastos de explotación ni los de la amortización de la inversión una vez ejecutada.

Actividad resuelta

2.1. Elabora un extracto correspondiente a un pliego de condiciones técnicas en el que se especifiquen las características que deben presentar los conductores de los circuitos interiores de la instalación eléctrica de un local de pública concurrencia.

Solución:

Los conductores estarán constituidos por un hilo de cobre electrolítico de formación rígida hasta 4 mm², o varios hilos de formación flexible para secciones superiores con una tensión de servicio de 750 V y una tensión de prueba de 1 kV o una tensión de servicio de 450 V y una tensión de prueba de 750 V, libre de halógenos y con baja emisión de humos con opacidad reducida.

Dispondrán de dos capas de aislamiento: una directamente sobre el conductor de polietileno y otra de policloruro de vinilo o goma butílica. En los conductores utilizados para las redes de tierra, se podrán emplear los aislamientos de una sola capa o conductores desnudos.

No habrá cambio de sección en los cables a lo largo de todo su recorrido entre equipos de protección y mecanismos o luminarias, salvo que se especifique y justifique lo contrario.

La sección de los conductores se corresponderá con las indicadas en la ITC-BT-19 del Reglamento de Baja Tensión, de acuerdo con las características de su instalación, naturaleza del aislamiento y tensiones de ensayo y servicio y las tablas I y II de la citada norma, adecuadas a las intensidades de consumo mínima considerada de 1,5 mm².

Los colores exigidos de los conductores serán:

- Fase 1: marrón.
- Fase 2: negro.
- Fase 3: gris.
- Neutro: azul.
- Conductor de protección: verde-amarillo.
- Hilo de mando: rojo.

2.2.8. Estudios con entidad propia, planes y manuales

Son aquellos requeridos por las exigencias legales. En un proyecto de baja tensión se incluirán siempre el estudio básico de seguridad y salud y el plan de prevención de riesgos laborales y, solo cuando proceda, el plan de calidad, el plan de gestión medioambiental y los estudios de viabilidad.

Pueden incorporarse también otros documentos que no son considerados como estudios con entidad propia como, por ejemplo, los protocolos de pruebas, las condiciones de puesta en marcha o servicio, los cronogramas, los manuales de mantenimiento y los de instrucciones, etcétera.

2.2.9. Otros cálculos y anexos justificativos

Únicamente cuando corresponda, dependiendo del uso y las características técnicas de la instalación, también resultará necesario incluir en el proyecto eléctrico uno o varios de los siguientes documentos:

- Cálculo de ocupación prevista o aforo, *para locales de pública concurrencia.*
- Plano del trazado de las vías de evacuación, *para locales de pública concurrencia.*
- Descripción y cálculos justificativos del alumbrado de emergencia, *para locales de pública concurrencia, zonas comunes de edificios de viviendas, industrias, etcétera.*
- Clasificación de zonas con riesgo de incendio o explosión y equipos y materiales utilizados, *para locales con riesgo de incendio o explosión.*
- Descripción y características del segundo suministro: *suministro de socorro, reserva o duplicado para las instalaciones que así lo requieran por su potencia, uso o características.*
- Justificación de eficiencia energética, *para instalaciones de alumbrado exterior que superen 1 kW de potencia.*

Se pueden incluir anexos posteriores a la fecha de realización del proyecto, con la finalidad de añadir información que ha quedado pendiente o ha sido modificada o para aclarar situaciones conflictivas del proyecto, como pueden ser hojas de características, normativas especiales o excepciones a las normativas aplicables.

2.3. Memoria Técnica de Diseño

Es el documento que se presenta al Organismo competente encargado de la tramitación de las instalaciones eléctricas cuando la instalación objeto no precisa de la realización de un proyecto eléctrico.

Como el resto de documentos estándar, este varía en función de la comunidad autónoma en la que se ejecute y tramite la instalación, aunque las características básicas requeridas son similares en todas ellas.

El instalador eléctrico autorizado o el técnico cualificado es el encargado de completar la memoria y de firmarla. Con ello se responsabiliza de que los trabajos eléctricos llevados a cabo e indicados en la memoria se hayan realizado de acuerdo con el reglamento vigente en dicho momento.

La memoria es una extensión del certificado de instalación eléctrica; junto con él, conforma toda la documentación técnica de la instalación objeto, por lo que debe completarse de manera adecuada. Los apartados básicos en los que debe dividirse la Memoria Técnica de Diseño se exponen a continuación.

2.3.1. Datos del propietario o titular

Debe incluirse el nombre del titular o empresa junto con su DNI o CIF según corresponda. Se detalla la dirección del titular a efectos de notificación. Cuando el propietario sea una empresa o entidad, será necesario incluir también los datos de una persona física a efectos de representación legal.

2.3.2. Emplazamiento

Al igual que en el certificado de instalación eléctrica en baja tensión, se han de indicar los datos referentes al emplazamiento de la instalación tales como la dirección de la instalación, la localidad o el código postal. Es importante que la dirección coincida con la del certificado de instalación eléctrica en baja tensión.

2.3.3. Características generales

Se refiere a los datos básicos de la instalación objeto, que normalmente coinciden con los datos generales reflejados en el certificado de instalación eléctrica en baja tensión. Algunos de los parámetros que se reflejan son los siguientes: uso y tipo de instalación, tensión, interruptor general, potencias, características CGP, características LGA, características de la derivación individual, puesta a tierra, etcétera.

2.3.4. Instalador eléctrico autorizado

Se incluyen todos los datos profesionales referentes al instalador eléctrico autorizado que confecciona la memoria. Con su firma acredita que los contenidos incluidos cumplen la normativa y reglamentación vigentes. También es posible que sea un técnico competente el que elabore la MTD (situación muy poco habitual) en cuyo caso será el encargado de poner sus datos y firmar la misma.

2.3.5. Datos técnicos de la instalación

Es en este punto donde más diferencias se encuentran entre los diferentes modelos de memoria técnica existentes en cada comunidad autónoma. A pesar de la variedad y la extensión de cada uno de ellos, existen determinados datos técnicos que deben estar presentes en toda memoria:

- Previsión de cargas para instalación de enlace: sirve para definir las características que debe tener la LGA. Se realiza una previsión de carga estimada que va a demandar la instalación para poder dimensionar la LGA adecuadamente. Dependiendo del tipo de instalación, el cálculo se basa en diferentes datos como pueden ser el grado de electrificación en caso de viviendas, consumo en W/m² en caso de locales o, simplemente, la suma de las potencias previstas aplicando los coeficientes correspondientes.
- Datos técnicos de la LGA: una vez determinada la potencia, se define el material conductor y la sección que se vaya a utilizar. Se indica la caída de tensión en la línea y la capacidad en amperios de la protección; generalmente se protege por medio de fusibles.
- Datos de los componentes del punto medida: se definen todas las características de los equipos encargados de la medida, como el tipo de suministros (monofásicos o trifásicos), la clase de contadores (individuales o centralizados) o la ubicación de los mismos y el modelo.
- Datos técnicos de la derivación individual: se deben indicar las características de la derivación individual, como la potencia prevista o la máxima admisible, el tipo de conductor, la sección y la caída de tensión.
- Datos técnicos de los dispositivos de mando y protección: se definen las características de los elementos de protección de la instalación, caso del interruptor general con su poder de corte e interruptores diferenciales con sus sensibilidades.
- Características de los circuitos interiores: se definen las características de todos los circuitos que componen la instalación, desde la corriente de cálculo, la tensión, la potencia estimada, las secciones, los conductores, la longitud y las caídas de tensión hasta las potencias instaladas, la potencia máxima admisible, la protección magnetotérmica y la protección diferencial seleccionada.

Todos los detalles de cómo realizar los cálculos necesarios citados anteriormente se incluyen en la unidad 4 de este libro.

2.3.6. Presupuesto

Se remite únicamente a los costes de la realización de la instalación eléctrica. Se trata de un presupuesto sencillo en el que han de indicarse los costes de los materiales y de la mano de obra de los diferentes trabajos eléctricos llevados a cabo en la instalación. Se puede subdividir en las diferentes partes de los que consta la instalación para luego realizar la suma de cada uno de ellos.

2.3.7. Pequeña memoria descriptiva

Se usa para describir brevemente los trabajos que ha realizado el instalador eléctrico. En ella se pueden aclarar ciertas dudas que puedan presentarse a la hora de comprobar la instalación o la Memoria Técnica de Diseño. En caso de realizarse una modificación o una ampliación, resulta recomendable que el instalador indique de forma precisa los trabajos que ha realizado y por los cuales se compromete a la hora de firmar el certificado de instalación eléctrica en baja tensión y la Memoria Técnica de Diseño.

En la memoria descriptiva de una MTD es obligatorio realizar el cálculo de ocupación o aforo si la instalación descrita se trata de un local **susceptible** de ser considerado como de pública concurrencia. Es decir, en caso de que no lo sea, debe quedar justificado ya que, de lo contrario, sería necesario presentar un proyecto.

2.3.8. Planos y esquemas adjuntos

Como breve anexo a la Memoria Técnica de Diseño es necesario incluir, como mínimo, **un esquema unifilar** de la instalación eléctrica en el que se reflejen las características de todos los dispositivos que constituyen el cuadro eléctrico, así como los conductores de cada uno de los circuitos de salida.

En edificios de viviendas y otras instalaciones de importancia se presentarán, además del esquema unifilar, planos de planta y croquis de la instalación. En estos planos deben quedar perfectamente definidas las instalaciones de enlace y las interiores, la ubicación de las cajas de registro y derivación, el trazado de las canalizaciones, las bases de toma de corriente, los interruptores, las luminarias, etcétera.

Toda la documentación adjunta a la Memoria Técnica de Diseño deberá ir firmada y fechada por el instalador (esquema unifilar o croquis).

Actividad propuesta

2.2. Cumplimenta, sobre la plantilla de la Memoria Técnica de Diseño mostrada en la figura 2.6, los datos y apartados necesarios representativos de un edificio de viviendas de nueva construcción, de las siguientes características.

- Acometida: red subterránea de BT de compañía.
- CGP esquema 10, con fusibles de 150 A, montaje en nicho empotrado en pared.
- LGA con conductores de aluminio de 4 × 50 mm² + TT 35 mm², bajo tubo empotrado en pared no aislante.
- Centralización de contadores en local situado en la planta baja.
- El edificio consta de cuatro plantas. En cadá planta hay dos viviendas de 70 m² con grado de electrificación básico. La longitud de las derivaciones individuales puedes estimarla suponiendo una altura por planta de tres metros.
- En la planta baja hay dos locales comerciales. El suministro de cada uno será trifásico con un interruptor automático de 4 × 20 A.
- El cuadro de servicios comunes está protegido por un interruptor automático trifásico de 2 × 16 A. Desde este cuadro se alimenta el ascensor (trifásico, 6.700 W), la iluminación (monofásica, 720 W), los cuadros del servicio de telecomunicaciones (monofásicos, 450 W) y varias bases de toma de corriente distribuidas por el edificio (monofásicas, 3.680 W).

El resto de características de la instalación (número, longitud y sección de los circuitos interiores, protecciones diferenciales, interruptor general de maniobra, fusibles de la centralización de contadores, etc.) serán cumplimentadas de manera libre, siempre que se pueda justificar la elección.

BAJA TENSIÓN

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (1/6) | **COMUNIDAD DE MADRID**

Nº EXPEDIENTE

Datos administrativos

TITULAR DE LA INSTALACIÓN N.I.F.
Nombre/ Razón Social
Apellido 1º Apellido 2º
Dirección
Localidad Código Postal
EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN
Dirección
Localidad Código Postal
Uso

Datos técnicos

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN
Tensión V Grado de electrificación
Memoria por (1) Uso de inst Superficie local m²
ACOMETIDA (Según información de la empresa distribuidora)
Punto de conexión (3) Tipo (4) Sección mm² Material (5)
C.G.P. o C/C DE SEGURIDAD
Tipo In Base A In Cartucho A
LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN DERIVACIÓN INDIVIDUAL
Sección mm² Material (5) Sección mm² Material (5)
Interruptor General de Maniobra (IGM) I Nominal A Poder Corte kA
MÓDULO DE MEDIDA
Tipo (7) Situación (6)
PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA / DIFERENCIAL
Int. General Automático A Int.Diferencial nominal (A)/ Sensibilidad (mA)
PUESTA A TIERRA
Tipo Electrodos: Picas | Placas | Mallas
Línea enlace mm² Conductor Protección mm²

☑ MEMORIA REALIZADA POR EL INSTALADOR AUTORIZADO
Nombre Nº de certificado de instalador
domiciliado en Núm
Localidad Código Postal Teléfono
FAX C. Electrónico

☑ MEMORIA REALIZADA POR TÉCNICO COMPETENTE
Nombre Nº de colegiado
domiciliado en Núm
Localidad Código Postal Teléfono
FAX C. Electrónico
Colegiado Oficial

El que suscribe D./Dª, _____ como autor/a de la Memoria Técnica de Diseño cuyos datos figuran reseñados en la misma, declara que cumple el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002)

_____ a ____ de _____ de 200 ____

Nombre y firma del instalador o Técnico cualificado

NOTAS:
(1) Instalación: N (Nuevo), A (Ampliación-Reforma), CN (Cambio Nombre), CT (Cambio Tensión)
(2) Según tabla de referencia de la carpeta informativa
(3) C.T. (Centro de Transformación); R.B.T. (Red de Baja Tensión)
(4) Aérea, Subterránea, Interior
(5) Material: Cu (Cobre), Al (Aluminio)
(6) En Cuarto de Centralización; En Interior; En fachada
(7) Envolvente, panelable, armario independiente

Figura 2.6. *Memoria Técnica de Diseño oficial de la Comunidad de Madrid*

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (2/6)	COMUNIDAD DE MADRID

PREVISIÓN DE CARGAS PARA INSTALACIÓN DE ENLACE (Según ITC-BT-10)

Nº de Plantas del edificio: ____ Nº de Viviendas por Planta: ____ Nº de Locales Comerciales: ____

VIVIENDAS

Grado Electrificación	Tipo Vivienda	Pot.Máxima Prevista para Tipo vivienda	Nº Viviendas	Media Aritmética Potencias Máximas	Coeficiente Simultaneidad	Carga Total
Básica (Min. 5,75 kW) (Sup. 160 m²)		kW				
		kW				
		kW				
Elevada (Min. 9,2 kW) (Sup. 160 m²)		kW		kW		kW
		kW			Tabla ITC-BT-10	
		kW				
Tarifa Nocturna		kW				
		kW		kW	1	kW
		kW			Igual NºViviendas	

Carga Prevista Viviendas (A): kW

SERVICIOS GENERALES

Pot. Prevista Ascensores	Pot. Prevista Frío/Calor	Pot.Prevista Grupos Presión	Pot. Prevista Alumbrado	Pot Prevista Piscinas	Pot.Prevista Otros (R.I.T.I.)	Potencia Prevista Total (Suma)
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW

Carga Prevista Servicios Generales (B): kW

GARAJE

Instalación	Tipo	Pot. Mínima Calculo	Potencia Real Calculo (X)	Superficie Total (Y)	Potencia Otros Sistemas (Z)	Potencia Total Z+((X*Y)/1000)
Garaje	Vent.Natural	10 W/ m²	W/m²	m²	kW	kW
(Min. 3,45kW)	Vent. Forzada	20 W/ m²	W/m²	m²	kW	kW

Carga Prevista Garaje (C): kW

LOCALES COMERCIALES Y/O OFICINAS Y/O INDUSTRIALES

Instalación	Potencia Mínima Calculo	Oficina o Local Tipo	Oficina o Local Nº(N)	Potencia Real Calculo (X)	Superficie Total (Y)	Potencia Otros Sistemas (Z)	Potencia Total N*[Z+((X*Y)/1000)]
Local Comerc (Min. 3,45 kW Por Local)	100 W/m²			W/m²	m²	kW	kW
				W/m²	m²	kW	kW
				W/m²	m²	kW	kW
Oficinas (Min. 3,45 kW Por Oficina)	100 W/m²			W/m²	m²	kW	kW
				W/m²	m²	kW	kW
				W/m²	m²	kW	kW
Industrias (Min. 10,35 kW Por Local)	125 W/m²			W/m²	m²	kW	kW
				W/m²	m²	kW	kW
				W/m²	m²	kW	kW

Carga Prevista Locales Comerciales y/o Oficinas y/o Industrias (D) kW

OTRAS INSTALACIONES INDUSTRIALES, AGRARIAS O DE SERVICIOS

Denominación de la Instalación	Potencia Prevista Alumbrado	Potencia Prevista Fuerza	Potencia Prevista Otras Instalaciones	Potencia Prevista Total (Suma)
	kW	kW	kW	kW
	kW	kW	kW	kW
	kW	kW	kW	kW
	kW	kW	kW	kW

Carga Prevista otras instalaciones Industriales, Agrarias o de Servicios (E): kW

CARGA TOTAL PREVISTA EN L.G.A. (A+B+C+D+E):

PRESUPUESTO

Desglose	Presupuesto Puesta Tierra	Presupuesto L.G.A.	Presupuesto Punto Medida	Presupuesto Derivs. Indivs.	Presupuesto Instals Interior	Prepto. Otros	TOTAL
Materiales	€	€	€	€	€	€	€
Mano Obra	€	€	€	€	€	€	€
Total	€	€	€	€	€	€	€

Figura 2.6. *Memoria Técnica de Diseño oficial de la Comunidad de Madrid (continuación)*

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (3/6)	COMUNIDAD DE MADRID

RESUMEN DATOS TÉCNICOS

DATOS TÉCNICOS DE LAS LÍNEAS GENERALES DE ALIMENTACIÓN

LGA	Pot.Max. Calculo	Pot.Max Admisible	Fase/Sección	Material (Cu o Al)	Tipo Aislamiento	Longitud	Caída Tensión	Protección
I	kW	kW	x mm²			m	V	A
I	kW	kW	x mm²			m	V	A

La caída de Tensión será de 0,5 % ó 1%, los conductores serán de Cobre o Aluminio Unipolares, de aislamiento 0,6/1 kV, Entubados o en Bandeja cerrada o en Conductos cerrados según la ITC-BT-14. La línea General de Alimentación no podrá superar una Potencia Máxima de 150 kW, salvo que en el Cuarto de Contadores se instalen Armarios de Distribución.

DATOS TÉCNICOS PUNTO DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

Nº Suministros: Monofásicos ____ Trif.<15kW ____ Trif. 15< Pot < 43,6 kW ____ Trif.> 43,6 kW ____

EMPLAZAMIENTO Nº Plantas: ____ NºContadores/Centralización: ____

Planta Baja ____ Entresuelo ____ 1º Sotano: ____ Cada 6 Plantas ____ En Cada Planta ____

Marca / Modelo: ____

Interruptor General de Maniobra o	Int.Nominal	Poder Corte
Fusible de Seguridad:	x A	kA

UBICACIÓN

Centralización Modular ____ Centralización Panel ____

Módulo Interior ____ CPM-Armario Fachada ____ Otros ____

DATOS TÉCNICOS DERIVACIONES INDIVIDUALES

Derivaciones Tipo	Derivaciones Nº	Pot. Máxima Prevista	Pot. Máxima Admisible	Fases/ Sección	Material (Cu o Al)	Tipo Aislamiento	Caída Tensión Máxima	Fusible de Seguridad
		kW	kW	x mm²			V	A
		kW	kW	x mm²			V	A
		kW	kW	x mm²			V	A
		kW	kW	x mm²			V	A

DATOS TÉCNICOS DISPOSITIVOS GENERALES MANDO Y PROTECCIÓN

Derivación Tipo	Fases/ Sección D.I. Del Suministro	Tipo Caja ICP 29	Tipo Caja ICP 36	Interruptor General Automático Intensidad Nominal	Interruptor General Automático Poder de Corte	Interruptor Diferencial Intensidad Nominal	Interruptor Diferencial Sensibilidad
	x mm²			x A	kA	x A	mA
	x mm²			x A	kA	x A	mA
	x mm²			x A	kA	x A	mA
	x mm²			x A	kA	x A	mA

TIPO INSTALACIÓN

(1) ITC-BT-20:
- **T.P.** Bajo Tubo Protector
- **F.D.P.** Fijado Directamente sobre Pared
- **ENTR.** Enterrado
- **D.E.E.** Directamente Empotrados en Estructura
- **AERO** Aéreo
- **I.H.C.** Interior Huecos de la Construcción
- **C.P.** Bajo Canales Protectores
- **MOLD.** Bajo moldura
- **BANDJ.** En Bandeja
- **C.E.P.** en Canalización Eléctrica Prefabricada

(2) ITC-BT-26:
- **E.T.F.** Empotrado en Tubo Flexible
- **E.T.C.** Empotrado en Tubo Curvable
- **S.T.C.** Superficial en Tubo Curvable
- **S.T.R.** Superficial en Tubo rígido
- **S.C.P.** Superficial en Canal protector cerrado
- **S.C.P.F.** Superficial en Canalización Prefabricada

Figura 2.6. *Memoria Técnica de Diseño oficial de la Comunidad de Madrid (continuación)*

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (4/6) **COMUNIDAD DE MADRID**

DERIVACIONES INDIVIDUALES

RESUMEN CALCULO INSTALACIONES DE ENLACE

INSTALACIÓN	Potencia de Cálculo (kW)	Tensión de Cálculo (V)	Intensidad de Cálculo (A)	Material (Cu o Al)	Tensión Nominal Aislamiento (kV)	Tipo Instalación (ITC-BT-20) (1) Ver Página 3/6	Sección Conductos (cm x cm)	Diámetro Tubos o Sección Bandejas (mm)	Nº de Tubos o Bandejas	Longitud Máxima (m)	Caída de Tensión Máxima (V)	Potencia Máxima Admisible (kW)	Potencia Total Instalada (kW)	Intensidad Fusible Seguridad (A)	Intensidad I. G.A. (A)	Intensidad Diferencial (A)
Acometida																
L.G.A. I																
L.G.A. II																
Derivaciones Individuales																
Grado Electrificación																
Básica — Derivación Tipo																
Elevada — Derivación Tipo																
Garaje — I																
Garaje — II																
Servicios Generales — I																
Servicios Generales — II																
Locales Comerciales Oficinas — Tipo																
Locales Comerciales Oficinas — Tipo																
Locales Comerciales Oficinas — Tipo																
Locales Comerciales Oficinas — Tipo																
Locales Comerciales Oficinas — Tipo																
Otras Instalaciones																

Figura 2.6. *Memoria Técnica de Diseño oficial de la Comunidad de Madrid (continuación)*

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (5/6) **COMUNIDAD DE MADRID**

CIRCUITOS INTERNOS

RESUMEN CÁLCULO CIRCUITOS INTERNOS SUMINISTRO

INSTALACION			Potencia de Cálculo (kW)	Tensión de Cálculo (V)	Intensidad de Cálculo (A)	Nº conductores x Sección (mm²)	Material (Cu o Al)	Tensión nominal Aislamiento (kV)	Tipo Instalación (ITC-BT-26) **(2) Ver página 3/6**	Longitud Máxima (m)	Caída de Tensión Máxima (V)	Potencia Maxima Admisible (kW)	Potencia Total Instalada (kW)	Intensidad Fusible o P.I.A. (A)
Tipo vivienda		Circuitos												
Viviendas	Electrificación básica	C 1												
		C 2												
		C 3												
		C 4												
		C 5												
		C 1												
		C 2												
		C 3												
		C 4												
		C 5												
		C 1												
		C 2												
		C 3												
		C 4												
		C 5												
	Electrificación Elevada	C 1												
		C 2												
		C 3												
		C 4												
		C 5												
		C 6												
		C 7												
		C 8												
		C 9												
		C 10												
		C 11												
		C 12												
		C 1												
		C 2												
		C 3												
		C 4												
		C 5												
		C 6												
		C 7												
		C 8												
		C 9												
		C 10												
		C 11												
		C 12												
Servicios Generales	Ascensores													
	Aparatos Elevadores													
	Centrales Calor y Frío													
	Grupos de Presión													
	Alumbrado Portal													
	Alumbrado Escalera													
	Alumbrado espacios Comunes													
	Piscinas													
	Red Interna Telecomunicaciones													
	Otros													
Instalaciones Industriales	Circuito 1													
	Circuito 2													
	Circuito 3													
	Circuito 4													
	Circuito 5													

Figura 2.6. *Memoria Técnica de Diseño oficial de la Comunidad de Madrid (continuación)*

BAJA TENSIÓN

MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (6/6) **COMUNIDAD DE MADRID**

MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTACIÓN QUE SE ADJUNTA: (marcar en cuadro)

En el caso de viviendas individuales, se presentará esquema unifilar. En los edificios de viviendas y demás casos, se presentará esquema unifilar, planos y croquis del emplazamiento. En edificios de viviendas quedarán perfectamente definidos; Caja general de protección, línea repartidora, fusibles de seguridad, aparatos de medida, derivaciones individuales, dispositivos privados de mando y protección, instalaciones interiores de las viviendas tipo con sus características y la sección de conductores. De la centralización de contadores y de las viviendas tipo se presentará siempre planos de planta.

☐ Esquema unifilar ☐ Planos de planta

☐ Croquis del trazado ☐ Otros _____

Los datos que se recogen se tratarán informáticamente o se archivarán con el consentimiento del ciudadano, quien tiene derecho a decidir quién puede tener sus datos, para qué los usa, solicitar que los mismos sean exactos y que se utilicen para el fin que se recogen, con las excepciones contempladas en la legislación vigente. Para cualquier información relacionada con esta materia puede dirigirse al teléfono de información administrativa 012. Si usted tiene alguna sugerencia que permita mejorar este impreso le rogamos nos la hagan llegar a la Consejería de Presidencia, D.G. de Calidad de los Servicios y Atención al ciudadano.

Figura 2.6. *Memoria Técnica de Diseño oficial de la Comunidad de Madrid (continuación)*

2.4. Eficiencia energética en alumbrado exterior

Muchas de las fuentes de energía actuales son finitas. Es por ello que surge la necesidad de utilizarlas correcta y responsablemente para poder seguir disfrutando de ellas. La eficiencia energética puede definirse como el consumo inteligente de la energía.

La electricidad es un bien imprescindible en la sociedad actual; esto hace necesario que se lleve a cabo una regulación de todos los sistemas que consumen y generan electricidad para lograr unos equipos más eficientes.

Cada vez son más las normativas que rigen los diferentes sectores en cuanto a eficiencia energética se refiere. En el campo de las instalaciones eléctricas surge el Reglamento de Eficiencia energética en instalaciones de Alumbrado Exterior (REAE), que tiene como base el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

El REAE tiene como objetivo que las instalaciones eléctricas de alumbrado exterior sean lo más eficientes posible, es decir, que cumplan con las necesidades mínimas en cuanto a características lumínicas se refieren. Deben respetar al máximo los objetivos de la eficiencia energética, como la reducción del consumo de energía con los beneficios que ello provoca en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como la promoción de procesos de fabricación y hábitos de consumo eléctrico respetuosos con el medio ambiente. Asimismo, la normativa promueve limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa.

Este Reglamento es de obligado cumplimiento en todas las instalaciones de alumbrado exterior, ya sea público o privado, en la iluminación de las fuentes y en los alumbrados festivos y navideños, **para una potencia instalada superior a 1 kW**, cuando se cumpla cualquiera de los siguientes supuestos:

- Instalaciones nuevas, modificaciones y ampliaciones.
- Instalaciones existentes antes de la entrada en vigor que la Administración Pública competente considere necesario.
- Instalaciones existentes antes de la entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas.

En el caso de que en una instalación de alumbrado exterior existente se sustituyesen todas o parte de las lámparas por otras de distintas características, no sería aplicable el Reglamento de Eficiencia Energética.

Los cálculos y la documentación técnica asociada a una instalación exclusivamente de alumbrado exterior, o una instalación en la que una parte de los receptores sean considerados como de alumbrado exterior, varían en función de la potencia instalada.

- En caso de que la instalación tenga una potencia instalada de alumbrado exterior menor o igual a 1 kW, no se le aplica el Reglamento de Eficiencia Energética.
- Si la instalación posee una potencia instalada de alumbrado exterior superior a 1 kW y menor o igual a 5 kW, es necesario confeccionar una Memoria Técnica de Diseño de eficiencia energética.
- Si la instalación dispone de una potencia de alumbrado exterior superior a 5 kW, resulta preciso redactar un proyecto de eficiencia energética.

2.4.1. Proyecto de eficiencia energética

La redacción del proyecto debe permitir que las obras puedan ser llevadas a cabo por cualquier técnico distinto al autor del mismo.

En la memoria del proyecto se deben incluir todas las características de cada uno de los componentes y de las obras proyectadas, haciendo referencia al cumplimiento del Reglamento. Los contenidos mínimos son los siguientes:

- Datos referentes al titular de la instalación.
- Emplazamiento de la instalación.
- Uso al que se destina.
- Relación de luminarias, lámparas y equipos auxiliares que se prevea instalar y su potencia.
- Cálculos justificativos u hojas de características, en los que se obtengan, como mínimo, los siguientes parámetros:
  - Factor de utilización (f_u).
  - Factor de mantenimiento (f_m).
  - Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares utilizados (ε_L).
  - Rendimiento de la luminaria (η).
  - Flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}).
  - Disposición espacial adoptada por las luminarias.

Calificación energética	Índice de eficiencia energética
A	Iε > 1,1
B	1,1 ≥ Iε > 0,92
C	0,92 ≥ Iε > 0,74
D	0,74 ≥ Iε > 0,56
E	0,56 ≥ Iε > 0,38
F	0,38 ≥ Iε > 0,20
G	Iε ≤ 0,20

Figura 2.7. *Calificación energética de las instalaciones de alumbrado exterior*

  - Relación luminancia/iluminancia (L/E) de la instalación (cuando proceda).
- Régimen de funcionamiento previsto y descripción de los sistemas de accionamiento y de regulación de nivel luminoso.
- Medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia y ahorro energético, así como la limitación del resplandor luminoso nocturno y reducción de la luz intrusa o molesta.

Asimismo, en los proyectos de instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado de señales y anuncios luminosos y el alumbrado festivo y navideño, deberá incorporarse:

- **Cálculo de la eficiencia energética de la instalación (ε),** para cada una de las soluciones adoptadas.
- **Calificación energética de la instalación** en función del índice de eficiencia energética **(Iε).**

La memoria del proyecto se completa con los anexos relativos a los cálculos luminotécnicos y de iluminancias, con sus uniformidades y deslumbramientos, relación de entorno, el plan de mantenimiento que se pretende llevar a cabo y los correspondientes a la determinación de los costes de explotación y mantenimiento.

2.4.2. Memoria Técnica de Diseño de eficiencia energética

Describe las características más básicas de la instalación de alumbrado exterior. Se concretan las particularidades de cada uno de los componentes y de las obras proyectadas. La memoria debe incluir los siguientes datos:

- Los referentes al titular de la instalación.
- El emplazamiento de la instalación.
- El uso al que se destina.
- La relación de luminarias, lámparas y equipos auxiliares que se prevea instalar y su potencia.
- Los cálculos justificativos muy básicos y solo cuando procedan del factor de utilización (f_u), del factor de mantenimiento (f_m), de la eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares que se vayan a utilizar (ε_L), del rendimiento de la luminaria (η), del flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}) y de la disposición espacial adoptada por las luminarias.
- El régimen de funcionamiento previsto y la descripción de los sistemas de accionamiento de la instalación.
- Las medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia y ahorro energético, así como para la limitación del resplandor luminoso nocturno y la reducción de luz intrusa o molesta.

De forma similar al proyecto, en las instalaciones de alumbrado exterior (a excepción del alumbrado de señales y anuncios luminosos y el alumbrado festivo y navideño) debe incorporarse, como cálculos de mayor relevancia:

- **Cálculo de la eficiencia energética de la instalación (ε),** para cada una de las soluciones adoptadas.
- **Calificación energética de la instalación** en función del índice de eficiencia energética **(Iε).**

La Memoria Técnica de Diseño se completa con los anexos relativos a los cálculos luminotécnicos de iluminancia con sus uniformidades.

> La justificación del cumplimiento de eficiencia energética en una instalación de alumbrado exterior puede encontrarse incluida dentro del proyecto eléctrico o presentarse como documentación independiente.

2.4.3. Clasificación de los alumbrados

Para realizar un proyecto o MTD de eficiencia energética, es imprescindible definir el tipo de alumbrado, atendiendo a su situación y utilización. El Reglamento clasifica los alumbrados de la siguiente manera:

- Vial (funcional y ambiental).
- Específico.
- Ornamental.
- Vigilancia y seguridad nocturna.
- Señales y anuncios luminosos.
- Festivo y navideño.

De acuerdo con lo indicado en el Reglamento, cada tipo de alumbrado requiere de unos cálculos específicos. Dichos valores obtenidos deben encontrarse dentro de los límites establecidos en las tablas de referencia expuestas en el Reglamento para cada uno de ellos.

Alumbrado vial

El alumbrado vial es todo aquel que se instala en las vías públicas en las cuales existe circulación de vehículos. El nivel de iluminación de una vía depende de diversos factores; los requisitos fotométricos de las diferentes vías vienen determinados por la tabla 2.9.

Tabla 2.9. Clasificación de las vías.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	De alta velocidad	v > 60
B	De moderada velocidad	30 < v ≤ 60
C	Carriles bici	–
D	De baja velocidad	5 < v ≤ 30
E	Vías peatonales	v ≤ 5

La clasificación anterior se divide de nuevo en subgrupos atendiendo a las diferentes situaciones del proyecto. Las posteriores subdivisiones se explican ampliamente en la ITC-EA correspondiente del Reglamento de Eficiencia Energética.

1. Alumbrado vial funcional

Se define como tal las instalaciones de alumbrado de las autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas. Se corresponden con la clasificación A y B de las citadas en las tablas 2.10 y 2.11.

Tabla 2.10. Clases de alumbrado para tipos de vías A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado (*)
A1	• *Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías)* Intensidad de tráfico Alta (IMD) ≥ 25.000 Media (IMD) ≥ 15.000 y 25.000 Baja (IMD) ≥ 15.000 • *Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas)* Intensidad de tráfico Alta (IMD) > 15.000 Media y baja (IMD) < 15.000	ME1 ME2 ME3a ME1 ME2
A2	• *Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici* • *Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio* Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	ME1/ME2 ME3a/ME4a
A3	• *Vías colectoras y rondas de circunvalación* • *Carreteras interurbanas con accesos no restringidos* • *Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos* • *Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones* Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera IMD ≥ 25.000 IMD ≥ 15.000 y < 25.000 IMD ≥ 7.000 y < 15.000 IMD < 7.000	ME1 ME2 ME3b ME4a/ME4b

(*) Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 2.11. Clases de alumbrado para tipos de vías B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado (*)
B1	• *Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante* • *Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas* Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	 ME2/ME3c ME4b/ME5/ME6
B2	• *Carreteras locales en áreas rurales* Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	 ME2/ME3b ME4b/ME5

(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

2. Alumbrado vial ambiental

Se define como el alumbrado que se ejecuta sobre soportes de baja altura, entre 3 y 5 metros normalmente, en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc. Coincide con las situaciones C, D y E expresadas en las tablas 2.12 y 2.13.

Tabla 2.12. Clases de alumbrado para tipos de vías C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado (*)
C1	• *Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas* Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal	 S1/S2 S3/S4
D1-D2	• *Áreas de aparcamiento en autopistas y aotuvías* • *Aparcamientos en general* • *Estaciones de autobuses* Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	 CA1A/CE2 CE3/CE4
D3-D4	• *Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada* • *Zonas de velocidad muy limitada* Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	 CE2/S1/S2 S3/S4

(*) Para todas las situaciones de proyecto C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 2.13. Clases de alumbrado para tipos de vías E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado (*)
E1	• *Espacios peatonales de conexión, calles peatonales y aceras a lo largo de la calzada* • *Paradas de autobús con zonas de espera* • *Áreas comerciales peatonales* Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal	 CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4
E2	• *Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones* Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	 CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4

(*) Para todas las situaciones de proyecto E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Alumbrado específico

Se denomina como tal a los alumbrados correspondientes a pasarelas, escaleras y rampas, pasos subterráneos peatonales, alumbrado adicional de pasos de peatones, parques y jardines, pasos a nivel de ferrocarril, fondos de saco, glorietas, túneles y pasos inferiores, aparcamientos de vehículos al aire libre y áreas de trabajo exteriores, así como cualquier otro que sea similar a los anteriores.

Alumbrado ornamental

Se considera alumbrado ornamental a todo aquel que se corresponde con la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como de estatuas, murallas o fuentes.

Alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna

Es el alumbrado correspondiente a la iluminación de fachadas y áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas y recreativas, etc., o con fines de vigilancia y seguridad durante la noche.

Señales y anuncios luminosos

Es el alumbrado correspondiente a señales, anuncios luminosos e iluminados, alumbrado de escaparates, mobiliario urbano y edículos como marquesinas o cabinas telefónicas. Se excluyen de esta calisficación las señales y anuncios de tráfico.

Alumbrado festivo y navideño

Viene limitado por la potencia instalada por unidad de superficie, en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año. No tiene límite de potencia instalada por unidad de superficie para alumbrados de este tipo cuya duración de funcionamiento sea inferior a 100 horas anuales.

Figura 2.8. *La potencia asignada de las lámparas incandescentes utilizadas para alumbrado festivo y navideño será igual o inferior a 15 W.*

Una vez determinada la clase de alumbrado de la vía que se quiere proyectar, se procede a realizar los cálculos de eficiencia energética requeridos, generalmente con la ayuda del *software* adecuado. Los resultados obtenidos en los cálculos deben ser acordes a los límites de referencia indicados en las tablas 2.14-2.17, con **un margen de variación** definido en cada caso por el Reglamento, atendiendo al tipo de alumbrado establecido anteriormente:

Tabla 2.14. Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia[4] media L_m (cd/m²)[1]	Uniformidad global U_o [mínima]	Uniformidad longitudinal U_l [mínima]	Incremento umbral *TI* (%)[2] [máximo]	Relación entorno *SR*[3] [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

[1] Los niveles de la tabla son valores mínimos en servivio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

[2] Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento del 5% del incremento umbral (TI).

[3] La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existen otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

[4] Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según CIE) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando este no se conozca.

Tabla 2.15. Series MEW de clase de alumbrado para viales húmedos tipos A y B

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas				Deslumbramiento perturbador	Iluminación de alrededores
	Calzada seca			Calzada húmeda		
	Luminancia[5] media L_m (cd/m²)[1]	Uniformidad global U_o [mínima]	Uniformidad longitudinal U_l[2] [mínima]	Uniformidad global U_o [mínima]	Incremento umbral *TI* (%)[3] [máximo]	Relación entorno *SR*[4] [mínima]
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	Sin requisitos	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	Sin requisitos	0,15	15	0,50

[1] Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

[2] Este criterio es voluntario, pero puede utilizarse, por ejemplo, en autopistas, autovías y carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados.

[3] Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento del 5% del incremento umbral (TI).

[4] La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existen otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

[5] Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según CIE) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando este no se conozca.

Tabla 2.16. Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E

Clase de alumbrado[1]	Luminancia horizontal en el área de la calzada	
	Luminancia media E_m (lux)[1]	Iluminancia mínima E_{min} (lux)[1]
S1	2,00	0,40
S2	1,50	0,40
S3	1,00	0,40
S4	1,00	0,40

[1] Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tabla 2.17. Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E[2]

Clase de alumbrado[1]	Iluminancia horizontal	
	Luminancia media E_m (lux) [mínima mantenida[1]]	Uniformidad media U_{min} [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

[1] Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

[2] También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

2.5. Documentación técnica de las instalaciones eléctricas de alta tensión

Se define como instalación eléctrica de alta tensión aquella en la que su tensión nominal eficaz entre fases es superior a un kilovoltio. Atendiendo a su tensión nominal, las líneas eléctricas de alta tensión se pueden dividir en:

- **Categoría especial**

  Las de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la red de transporte.

- **Primera categoría**

  Las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.

- **Segunda categoría**

  Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.

- **Tercera categoría**

  Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

A efectos técnicos y administrativos se pueden definir los siguientes tipos de instalaciones eléctricas de alta tensión:

- Subestaciones y centros de reparto.
- Líneas de alta tensión.
- Centros de transformación.
- Centros de seccionamiento.

Las **subestaciones y centros de reparto** son instalaciones que transforman la electricidad a diferentes tensiones dentro del rango de la alta tensión. Existen subestaciones

eléctricas elevadoras que se utilizan para la salida de centrales eléctricas; en ellas se eleva la tensión para facilitar su transporte a grandes distancias. Las subestaciones reductoras disminuyen el nivel de tensión, siempre dentro del rango de alta tensión, para entregar la energía a la red de distribución. Las subestaciones pueden ser de compañía o de usuario final; esto último sucede cuando un usuario necesita grandes cantidades de energía para realizar una determinada actividad (trenes o industrias) o si las tarifas de la energía son más bajas si se compra en alta tensión en vez de en baja.

Las **líneas de alta tensión** son las encargadas de transportar la energía eléctrica por todo el territorio y conectan las centrales generadoras de energía eléctrica con los usuarios finales pasando por las subestaciones y centros de transformación pertinentes.

Las líneas de distribución pueden ser de compañía o de propietarios aunque se recomienda a los usuarios que sean cedidas a las compañías por motivos de seguridad debido a que pueden llevar un mejor mantenimiento. Por lo general las redes de transporte, que son las de más alta tensión, son propiedad de la Red Eléctrica de España (REE).

El transporte para grandes distancias se hace a muy alta tensión para minimizar las pérdidas.

Los **centros de transformación** se clasifican, a su vez, en *centro de abonado* o *centro de compañía.* El centro de abonado es de un particular, quien se debe encargar de todas las gestiones de legalización y solicitud de conexión a la red de distribución. Los centros de transformación de compañía pertenecen a la compañía eléctrica y normalmente es ella la que aplica normativas y procedimientos propios para su realización.

Los **centros de seccionamiento** son instalaciones de media tensión cuya misión es el seccionamiento de una línea para mejorar la maniobrabilidad en la misma. Se instala la aparamenta necesaria para la maniobra y protección de cada derivación. Los centros de seccionamiento son propiedad de la compañía eléctrica y normalmente se instalan en el mismo lugar que el centro de transformación, aguas arriba de él. En caso de centros de transformación de tipo interior, el centro de seccionamiento está separado físicamente del de transformación (por rejas o muros) en caso de no ser este último de compañía, por si fuera necesario que la compañía desconecte del servicio al centro de abonado.

En todos los casos, la documentación técnica necesaria para la ejecución y legalización de las instalaciones eléctricas de alta tensión pasa por la redacción de un **proyecto.**

2.5.1. Proyecto de instalaciones eléctricas de alta tensión

Las características básicas que definen el proyecto de una instalación de alta tensión son similares a los de baja tensión. Debe incluirse la información suficiente y de forma precisa para que el técnico competente pueda ejecutar la obra adecuadamente aunque no sea el autor del proyecto. Un proyecto electrotécnico de alta tensión debe contener los siguientes apartados:

Tabla 2.18. Contenidos de un proyecto de alta tensión

1. Portada.
2. Índice de contenidos.
3. Hoja de características.
4. Memoria.
5. Planos y esquemas.
6. Presupuesto.
7. Pliego de condiciones.
8. Estudios con entidad propia.
9. Anexos.

1. Portada

Define de un vistazo a qué corresponde la instalación objeto del proyecto. Deben reflejarse, como mínimo, los siguientes datos:

- Indicación de si es proyecto o anteproyecto, según corresponda.
- Indicación de si trata de instalación nueva, ampliación de potencia o modificación.
- Nombre de la instalación y las características que la definen en su estado (nivel de tensión, potencia, etcétera).
- Término municipal del emplazamiento.
- Indicación de la empresa titular de la instalación.
- Número de carpeta y número total de carpetas.

2. Índice de contenidos

Los contenidos de un proyecto eléctrico de alta tensión pueden llegar a ser muy extensos, por lo que el índice es fundamental para permitir al profesional que lo interprete encontrar y manejarse rápidamente dentro del propio proyecto y de las carpetas, en caso de ser más de una.

3. Hoja de características

Es un documento con un formato estándar en el cual se describen las características básicas de la instalación eléctrica de alta tensión. Se trata de un resumen del resto del proyecto que da una información rápida y previa de la instalación. Existen dos hojas de características dependiendo del tipo de instalación: la de «Líneas y centros de transformación» y la de «Subestaciones».

4. Memoria

Describe detalladamente las características técnicas de la instalación objeto. En ella no pueden faltar algunos datos básicos que se pueden estructurar de diferentes formas en función del técnico que realice el proyecto. Se pueden establecer como datos básicos los siguientes:

- ***Antecedentes:*** se indica la existencia o no de instalaciones en el mismo emplazamiento y se justifica la necesidad de la actuación que se va a proyectar.
- ***Objeto:*** detalla las particularidades que presentará el proyecto. Es una breve descripción de la instalación eléctrica que se va a llevar a cabo en la que se indican las características técnicas eléctricas de la instalación, así como las características constructivas. En el objeto se hace constar que el presente proyecto sirve de base para la tramitación de la instalación eléctrica.
- ***Emplazamiento:*** descripción del emplazamiento de la instalación. En ocasiones no resulta posible obtener una dirección física, ya que muchas instalaciones de AT se realizan en campo abierto, por lo que en estos supuestos se hace necesario indicar las coordenadas geográficas UTM (latitud y longitud).

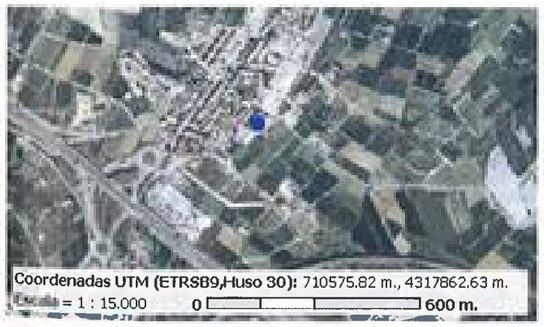


Figura 2.9. *Ejemplo de localización por coordenadas UTM*

- ***Peticionario y compañía suministradora:*** en este apartado se indica quién es el peticionario del proyecto y el titular de la instalación que se va a llevar a cabo. Además se indica la compañía suministradora.
- ***Normativa aplicable:*** se citan todas las normativas y leyes de aplicación vigentes que afectan a la realización de las distintas instalaciones de alta tensión, siendo de aplicación o no dependiendo del proyecto que se realice. La legislación que afecta a este tipo de instalaciones es muy extensa, dado que en ocasiones su ejecución y finalidad afecta a más de un municipio o comunidad autónoma; los trabajos que se vayan a realizar son mucho más variados y complejos; los niveles de tensión e intensidad son extremadamente elevados e incluso pueden aproximarse o atravesar zonas donde existan otras instalaciones o donde los requisitos medioambientales sean más exhaustivos. Entre las disposiciones mencionadas destacan las siguientes:
  - Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, RLAT, aprobado por el Real Decreto de 223/2008, de 15 de febrero.
  - Orden Ministerial de 18 de mayo de 1988 sobre pintado de los apoyos de las líneas aéreas de transporte de la energía eléctrica.
  - Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 3275/1982, de 12 de noviembre.
  - Normas particulares y requisitos internos de la compañía suministradora de energía eléctrica.
  - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
  - Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
  - Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, sobre medidas de protección en líneas aéreas de alta tensión para la protección contra la electrocución y colisión de aves.
  - Normativa y legislación medioambiental aplicable respecto a residuos, aguas, vertidos, campos electromagnéticos, etcétera.
  - Normativa y legislación de la Administración Autonómica y de la Administración Local.
- ***Descripción:*** en este punto es donde se detallan y especifican todas las características de la instalación eléctrica. La descripción de la instalación debe contener los siguientes apartados:
  - Conexión a la red: tipo de conexión a la red de alta tensión (aérea o subterránea) y la sección del cable.
  - Características técnicas: en caso de ser una instalación con edificación (centro de transformación o de seccionamiento), se describen todas las características básicas: envolvente, ventilación, acabado, alumbrado, condiciones acústicas y electromagnéticas y medidas de seguridad.

- Instalación eléctrica: características técnicas eléctricas de la instalación (celdas de medida o de protección, interruptores, transformadores de potencia, conductores de conexión entre transformadores y cuadro de baja tensión, distancias máximas entre conductores, vanos y flechas, esfuerzos, etcétera).
- Protecciones: se describen las particularidades de los sistemas de protección: fusibles de alta y baja tensión, sistemas de puesta a tierra, tensiones de paso y contacto.

Una vez detalladas las características de la instalación, se emiten unas conclusiones finales con los resultados obtenidos.

- ***Cálculos:*** tomando como referencia las características antes mencionadas, se realizan todos los cálculos necesarios y se justifican las soluciones adoptadas a partir de ellos. Los ***cálculos puramente eléctricos*** que se han de llevar a cabo son, como mínimo, los siguientes:
  - Conductores.
  - Protecciones.
  - Puesta a tierra.
  - Tensiones de paso y contacto.

  Los ***cálculos mecánicos*** no siempre son necesarios. En líneas aéreas de alta tensión, por ejemplo, resultaría necesario indicar los esfuerzos sobre los conductores, la flecha máxima de las líneas, el vano de regulación, las distancias de seguridad, etcétera.

5. Planos y esquemas

Los planos y esquemas eléctricos resumen la información relativa al proyecto. Siempre deben estar respaldados y justificados mediante los cálculos necesarios. Se han de adjuntar, como mínimo, los siguientes planos:

- Planos de situación.
- Planos de localización y emplazamiento.
- Planos constructivos, en caso de existir edificación.
- Planos de cimentación.
- Planos del mallazo y de la red equipotencial.
- Esquemas y planos de detalle.
- Esquemas unifilares, multifilares y de bloques.
- Esquemas de puesta a tierra y red equipotencial.
- Planos del recorrido de la línea, si procede. Incluye el plano de alzado de la misma y el plano topográfico en planta.

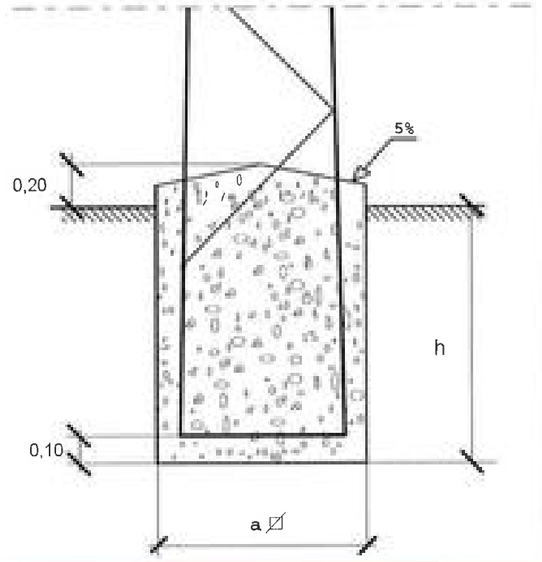


Figura 2.10. *Plano de cimentación*

6. Presupuesto

Se realiza siguiendo las mismas pautas que las expuestas en los proyectos de baja tensión.

No debe ser muy extenso; se han de contemplar los apartados diferenciados por tipos de instalación: subestación, líneas de alta tensión, centros de transformación o seccionamiento y líneas de baja tensión.

7. Pliego de condiciones

En este documento se expone la información necesaria para definir los materiales, equipos, aparatos, herramientas y demás especificaciones que garanticen el adecuado montaje y puesta en servicio de la instalación de alta tensión.

El pliego de condiciones técnicas es muy similar al requerido en los proyectos de baja tensión. No obstante, suele ser más extenso, debido a que la mayoría de las instalaciones de alta tensión requieren obra civil para su ejecución. Los contenidos estarán enfocados, según proceda, a detallar cimentaciones, ejecución de los trabajos, equipos y materiales, conductores, aisladores, apoyos, placas, números de señalización, puestas a tierra, mallazos de equipotencialidad, recepción de la obra, etc., teniendo siempre en cuenta el nivel de tensión categoría de la instalación.

En ocasiones, como parte del pliego de condiciones, o en un documento aparte, se incluye el denominado **reglamento de servicio.** En este apartado se indican las normas de actuación (listado de obligaciones y prohibiciones, así como herramientas y materiales de uso imperativo), en la instalación eléctrica de alta tensión objeto del proyecto, una vez han finalizado las obras y se encuentra en funcionamiento.

8. Estudios con entidad propia

De forma similar al pliego de condiciones, los estudios con entidad propia son los mismos que aparecen en un proyecto eléctrico de baja tensión, pero generalmente cuentan con una mayor extensión:

El **estudio básico de seguridad y salud** debe garantizar de manera exhaustiva la correcta evaluación y prevención de los riesgos laborales según las disposiciones legales vigentes *(Plan de Prevención de Riesgos Laborales)* y los medios dispuestos para velar por la salud laboral del personal que los ejecuta, en todas las fases del desarrollo del proyecto. Los contenidos estarán enfocados, dependiendo del tipo de proyecto, al transporte de materiales, trabajos en altura, cercanía a instalaciones eléctricas de media o baja tensión, izado de apoyos, cimentaciones, tensado y conexión de conductores, trabajos en alta tensión, puesta en servicio de la instalación, etcétera.

En el **plan de gestión medioambiental,** se tendrán en cuenta todas las disposiciones legales vigentes, en función del tipo de instalación, que son aplicables a las zonas, medios y circunstancias abarcadas por el proyecto con el objetivo de preservar al máximo el medio ambiente.

Este documento debe tener en cuenta todos los factores medioambientales implicados en cada una de las fases de ejecución del proyecto, así como en la puesta en marcha y en el estado de funcionamiento ordinario. Garantizará la protección de la flora, la fauna, la avifauna, el suelo, el aire y el agua planteando acciones preventivas y correctoras *(estudio de impacto ambiental)* para evitar cualquier riesgo potencial derivado de factores muy diversos como vertidos, incendios, ruidos molestos, almacenamiento de equipos y materiales tóxicos, gestión de residuos y escombros, impacto visual, radiación electromagnética, colisión de aves, etcétera.

9. Anexos

En caso de ser necesario, se pueden adjuntar anexos. Estos proporcionan información complementaria a lo indicado en un principio en el proyecto, debido a cambios previos.

2.5.2. Proyectos tipo de las compañías eléctricas

Las líneas de alta tensión para transporte y la distribución no son propiedad de los particulares. Las compañías eléctricas son las propietarias de ellas, encargándose de garantizar el suministro hasta el centro de transformación, en el cual se convierte la energía de alta a baja tensión. Dicho centro de transformación puede ser propiedad de la compañía o de un particular ajeno a la misma.

Es por esto que las compañías eléctricas, y debido a su alto volumen de creación de líneas de alta y media tensión, poseen unos procedimientos internos para la elaboración de los proyectos y la documentación de dichas líneas. De este modo sus proyectos siempre cumplen con unas determinadas características y especificaciones, lo que facilita la elaboración de la documentación y posterior trabajo en campo.

A pesar de poseer sus propios procedimientos y protocolos, estos siempre deben cumplir la normativa estatal y provincial existente en cada lugar por el que discurra la línea objeto. Además están sometidos a las inspecciones establecidas por los Reglamentos al igual que el resto de usuarios de la red eléctrica.

IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

MT 2.21.76
Edición 00
Fecha: septiembre, 2012

MANUAL TÉCNICO DE DISTRIBUCIÓN

PROYECTO TIPO

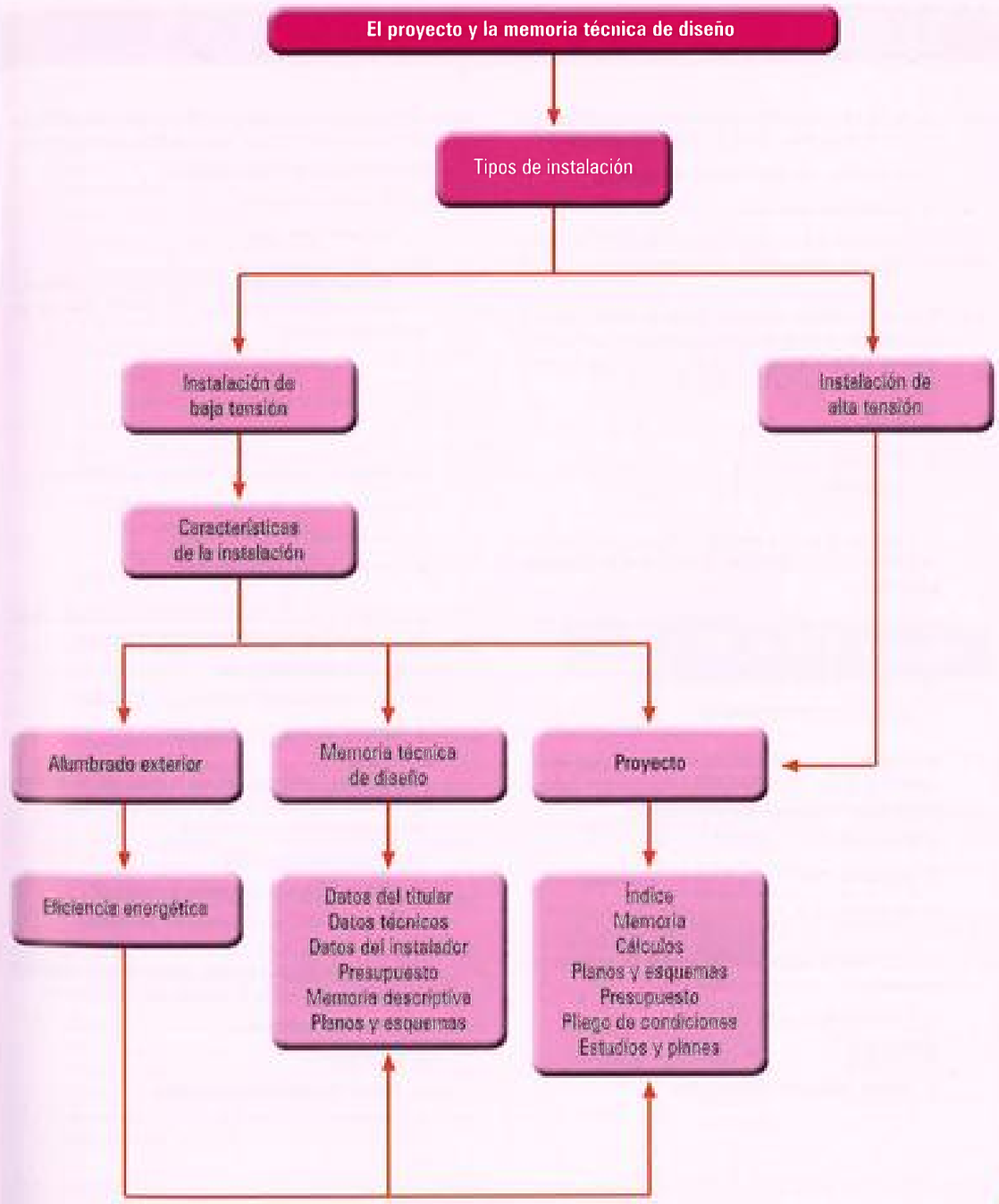
LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Doble circuito con conductor de aluminio acero

100-AL1/17-ST1A

Figura 2.11. *Portada de un proyecto tipo de una instalación eléctrica de alta tensión. Cortesía de Iberdrola*

MAPA CONCEPTUAL



Actividades de comprobación

2.1. ¿Cuál de los siguientes documentos no deberíamos encontrar en la memoria de un proyecto eléctrico?

- **a)** Normativa y reglamentación aplicable
- **b)** Estado de mediciones
- **c)** Datos del emplazamiento y características técnicas de la instalación

2.2. En una instalación eléctrica trifásica alimentada con una tensión de 400 V y cuyo interruptor automático es de 4 × 200 A, puede establecerse que la potencia máxima admisible de la instalación será:

- **a)** 46 kW
- **b)** 79,67 kW
- **c)** 138,56 kW

2.3. ¿En qué parte de una Memoria Técnica de Diseño se describen los trabajos que ha realizado el instalador eléctrico?

- **a)** En ninguna; esto solo se realiza en proyectos eléctricos
- **b)** En la pequeña memoria descriptiva
- **c)** En el pliego de condiciones

2.4. El esquema de una instalación de enlace que hace referencia a varios usuarios con los contadores centralizados en un lugar es el denominado:

- **a)** Esquema 2.2.1
- **b)** Esquema 2.2.2
- **c)** Esquema 2.2.3

2.5. ¿En qué tipo de documento técnico debe incluirse una portada?

- **a)** Memoria Técnica de Diseño
- **b)** Proyecto
- **c)** Ambas opciones son correctas

2.6. Los planos de proyecto que definen las características técnicas y constructivas de un edificio se denominan:

- **a)** Planos y esquemas eléctricos
- **b)** Planos de edificación
- **c)** Planos de obra civil

2.7. ¿Cuál de las siguientes calificaciones garantiza una eficiencia energética mayor en una instalación de alumbrado exterior?

- **a)** B
- **b)** C
- **c)** G

2.8. Los planos de cimentación son más propios de:

- **a)** Los proyectos de eficiencia energética
- **b)** Los proyectos de alta tensión
- **c)** Los proyectos de baja tensión

2.9. ¿Cuál de los siguientes documentos no puede considerarse como un estudio con entidad propia?

- **a)** Manual de instrucciones
- **b)** Plan de Prevención de Riesgos Laborales
- **c)** Estudio de impacto ambiental

2.10. Este valor de resistencia de tierra debe ser tal que garantice que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- **a)** 24 V en todos los casos
- **b)** 24 V en local o emplazamiento conductor
- **c)** 50 V en local o emplazamiento conductor

2.11. ¿En qué parte de un proyecto electrotécnico podemos encontrar el denominado "estado de mediciones"?

- **a)** Pliego de condiciones
- **b)** Presupuesto
- **c)** Anexo de mediciones y pruebas

Actividades de aplicación

2.1. Indica cuáles de las siguientes instalaciones, suponiendo que sean de nueva construcción, requieren proyecto y cuáles Memoria Técnica de Diseño. De las instalaciones que requieren proyecto, indica en qué grupo estarían incluidas:

- Cafetería de menos de 100 kW.
- Vivienda unifamiliar de 5.700 W.
- Circo ambulante de menos de 20 k.
- Piscina de más de 10 kW.
- Alumbrado exterior de 5 kW.
- Instalación fotovoltaica de 2,5 kW.
- Discoteca de menos de 20 kW con un aforo de 45 personas.
- Edificio de viviendas con una potencia inferior a 100 kW.
- Sauna de menos de 15 kW.
- Pabellón deportivo de 115 kW.
- Biblioteca de menos de 50 kW con un aforo de 90 personas.
- Grupo electrógeno de 6 kW.

2.2. Localiza en la página web de la editorial la Memoria Técnica de Diseño de tu comunidad autónoma y analiza sus características y los apartados mínimos exigidos.

2.3. Localiza en la página web de la editorial la Memoria Técnica de Diseño de otras comunidades autónomas y compáralas. A continuación responde a las siguientes preguntas:

- **a)** ¿Qué apartados de la memoria son de obligado cumplimiento en todas las comunidades?
- **b)** ¿En qué comunidades se establecen más exigencias?
- **c)** ¿Cuál es la Memoria Técnica de Diseño en la que deben cumplimentarse menos apartados mínimos?

2.4. Busca en Internet proyectos tipo de alta tensión de las principales compañías distribuidoras de energía eléctrica. Compara sus contenidos con los descritos para proyectos eléctricos genéricos de instalaciones de alta tensión. ¿Qué apartados comparten? ¿Qué contenidos echas en falta?

2.5. Cumplimenta sobre la Memoria Técnica de Diseño de tu comunidad autónoma los datos y apartados necesarios representativos de una instalación eléctrica con las siguientes características:

- Tipo de instalación: oficina con atención al público en la sexta planta de un edificio.
- Superficie: 256 m².
- Situación: C/ San Blas, 62, Castellón, Comunidad Valenciana.
- CGP esquema 12, con fusibles de 250 A, montaje en nicho empotrado en pared.
- LGA con conductores de cobre de 4 × 70mm² + TT 35 mm², bajo tubo empotrado en pared no aislante.
- Centralización de contadores en local situado en semisótano.
- Derivación individual bajo tubo en canaleta vertical.
- Disposición de un equipo de medida para suministro trifásico y hueco para el ICP.
- Instalación eléctrica.
  - Interruptor general automático de 4 × 32 A.
  - Circuitos interiores:

Número de circuito	Descripción	Protección
Circuitos 1-3	Alumbrado ordinario	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuito 4	Alumbrado de emergencia	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuito 5	Central de detección de incendios	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuitos 6-9	Tomas de corriente para usos varios	Interruptor automático de 2 × 16 A
Circuito 10	Tomas de corriente monofásicas de 25 A	Interruptor automático de 4 × 16 A
Circuito 11	Tomas de corriente trifásicas	Interruptor automático de 4 × 16 A
Circuito 12	Ascensor	Interruptor automático de 4 × 16 A
Circuitos 13-14	Sistema de climatización	Interruptor automático de 2 × 25 A

  - Todos los circuitos interiores se encuentran protegidos diferencialmente con tres interruptores diferenciales de alta sensibilidad, excepto el del ascensor, que es de 300 mA.

2.6. Expón las actuaciones que son necesarias llevar a cabo para garantizar la protección frente a contactos directos.

2.7. Indica cuales de las siguientes afirmaciones son afirmativas y cuales negativas justificando las respuestas:

- El interruptor controlador de potencia (ICP) es instalado por la compañía eléctrica.
- Un edificio con 31 usuarios puede colocar los contadores en un armario.
- La Memoria Técnica de Diseño de un edificio de viviendas debe incluir únicamente el esquema unifilar.
- En el esquema de distribución IT el neutro el neutro del transformador se puede encontrar conectado a tierra a través de una impedancia.
- La CGP únicamente sirve para unir la acometida a la Línea General de Alimentación (LGA).
- El presupuesto es el coste definitivo e invariable resultante de llevar a cabo la instalación.

2.8. Indica, justificando la respuesta, cuáles de los siguientes contenidos no pueden faltar nunca en cualquier proyecto electrotécnico, independientemente del uso y características de la instalación:

Descripción interior de la instalación.

Características del segundo suministro.

Calculo de aforo

Datos referentes al titular.

Datos referentes al instalador eléctrico autorizado.

Cálculos de eficiencia energética

Esquema unifilar.

Plano de las vías de evacuación.

2.9. A partir de los conocimientos que has adquirido a lo largo de la unidad, interpreta lo expuesto en los siguientes textos y determina:

a) A qué tipo de proyecto crees que pertenecen

b) Con que parte o contenido del proyecto citado se corresponden

Texto 1:

Condiciones tipo de instalación directamente enterrada

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV formada por un terno de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K.m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 ºC y con una temperatura del aire ambiente de 40 ºC.

Texto 2:

Régimen de funcionamiento

1. *Los sistemas de accionamiento garantizan que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión, cuando la luminosidad ambiente lo requiera.*
2. *Para obtener ahorro energético en casos tales como instalaciones de alumbrado ornamental, anuncios luminosos, espacios deportivos y áreas de trabajo exteriores, se establecerán los correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones, para lo que se dispondrá de relojes astronómicos o sistemas equivalentes, capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales o anuales.*

Texto 3:

Situación

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Texto 4:

Los transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión hasta 2500 kVA y tensión primaria más elevada para el material 3,6 a 36 kV construidos a partir de un año de la entrada en vigor de esta instrucción cumplirán con la norma UNE 20 138.

De cada transformador deberá existir el correspondiente protocolo de ensayos, certificado por el fabricante.

Texto 5:

Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

3 Representación gráfica de las instalaciones electrotécnicas

Para poder realizar la preinstalación y posterior montaje y puesta en marcha de una instalación eléctrica, es necesario saber reconocer e interpretar los planos y esquemas eléctricos que se faciliten, así como entender la simbología para poder ubicar los componentes de cada circuito adecuadamente.

En esta unidad aprenderemos a realizar e interpretar de una manera sencilla los planos, esquemas y representaciones más utilizados en este tipo de instalaciones.

Contenidos

- 3.1. Normas generales de representación
- 3.2. Planos de proyecto de edificación y obra civil
- 3.3. Representación de los circuitos eléctricos
- 3.4. Planos representativos de las instalaciones electrotécnicas
- 3.5. Simbología eléctrica normalizada
- 3.6. Gestión de la documentación gráfica

Objetivos

- Identificar los principales procesos de representación
- Conocer los diferentes planos y posibles representaciones gráficas utilizadas por los proyectistas y los instaladores eléctricos
- Saber interpretar adecuadamente los esquemas y planos eléctricos
- Repasar la simbología básica utilizada en las instalaciones eléctricas
- Aprender a gestionar adecuadamente la documentación gráfica

3.1. Normas generales de representación

Llevar a cabo representaciones de manera adecuada implica conocer y aplicar la normativa gráfica adecuada, así como saber qué tipo de representación es la que se ha de usar para cada trabajo.

En el dibujo técnico existen numerosas pautas de normalización. A continuación se describen las normativas más comunes que tienen aplicación en la realización de esquemas eléctricos:

- Formatos (Normas UNE 1026, ISO 5457): establecen las formas y dimensiones del papel usado para dibujar.
- Escritura (Normas UNE 1034, ISO 3098): se aseguran aspectos como la legibilidad, la homogeneidad y la aptitud para el microfilme.
- Líneas normalizadas (UNE 1032, ISO 128): estipula el tipo de línea, la designación y las aplicaciones generales.
- Acotación (Normas UNE1039, ISO 129): define las pautas de acotación.
- Representación diédrica (Normas UNE 1032, ISO 128): muestra consideraciones para la representación diédrica de los objetos.

Una vez conocidas las normas aplicables al proceso que se vaya a realizar, resulta necesario seleccionar la solución adecuada. A la hora de representar instalaciones empleando métodos gráficos, se debe distinguir entre las diferentes posibilidades: croquis, plano o esquema.

- Un **croquis** es un dibujo realizado sin la ayuda de instrumentos, una anotación rápida y básica de lo esencial. No se ciñe estrictamente al resultado final. Es un dibujo en el que se intentan respetar las proporciones y la escala, pero, al hacerse sin instrumentos, no posee la precisión suficiente para tomar medidas sobre él.
- Un **plano** es un dibujo llevado a cabo de forma precisa. Se utilizan acotaciones y los elementos de dibujo necesarios, además de usar la simbología normalizada de representación. No se admiten tachaduras ni dibujos superpuestos. Siempre se realiza a escala para que guarde proporción con la realidad.
- Un **esquema** es una representación intermedia entre croquis y plano. Es lo más común para representar conexiones eléctricas.

3.1.1. Técnicas y procesos de croquizado

El croquis ha quedado definido anteriormente como un dibujo rápido y sencillo, pero ha de aportar los datos suficientes acerca de la forma definitiva del objeto, guardando un rigor con la pieza representada. Se pueden utilizar las técnicas del dibujo técnico pero trasladado al dibujo a mano alzada.

Este tipo de dibujo se considera como un boceto que da unas pautas previas de lo que se desea representar, sin entrar en detalles, usando el mínimo de trazos posibles. Se realiza a mano alzada, sin colores y de forma lineal.

Al realizarse a mano alzada, no se sigue escala alguna, aunque se ha de respetar en lo posible la proporción en las medidas para posteriormente colocar las cotas que definan dichas medidas correctamente.

Fases de un croquis

Antes de realizar un croquis, resulta necesario seguir las siguientes pautas:

1) ***Análisis de la pieza:*** se ha de analizar detenidamente la pieza y realizar una imagen mental de la misma comprendiendo cada una de sus partes y sus detalles. Para dibujar un croquis correctamente, resulta determinante la capacidad de concentración, la visualización espacial y la imaginación.
2) ***Elección de las vistas, secciones o perspectivas que se van a realizar:*** en este punto se determinan las vistas necesarias para representar correctamente la pieza. No es necesario representar todas las vistas, ya que algunas pueden ser superfluas. Se representan las mínimas, necesarias y suficientes.

   El proceso se puede resumir de la siguiente manera: elección de la vista principal o alzado, del número de vistas necesarias, de los cortes, de las secciones, de las roturas, de las vistas auxiliares y de la estimación de las dimensiones.
3) ***Replanteo del dibujo sobre papel:*** llegado a este punto, hay que disponerse a representar el croquis en papel. Se procede a replantear este en función del tamaño de la hoja de papel que se emplee. El croquis debe ser lo suficientemente grande como para poder ilustrar todos los detalles claramente pero dejando un espacio suficiente para la acotación y las especificaciones.

   Las piezas pequeñas se deben croquizar a tamaño mayor que el natural. El primer paso al comenzar el croquis es colocar las líneas centrales o ejes de simetría. Además, resulta necesario tener en cuenta que se empieza primero por la vista que represente la forma más característica de la pieza. Generalmente se selecciona la vista que contiene más circunferencias, en caso de existir.

   Se encierran los perfiles principales en sus correspondientes figuras geométricas (rectángulos o triángulos) y se selecciona una arista como unidad de longitud base. El resto de las longitudes proporcionales se estiman en función de ella. A continuación se añaden los detalles guardando la proporción. Se han de situar los vértices, puntos y centros haciendo encajar el dibujo en el papel de tal forma que se guarde el espacio correspondiente para cada vista pero todo ello sin tomar medidas.
4) ***Acotación y toma de medidas:*** una vez realizado el croquis y revisado, se procede a acotarlo. Para ello se comienza por dibujar las líneas de referencia y de cota de todas las dimensiones necesarias para la definición del objeto, dibujando las flechas o trazos que delimitan a las últimas. En este punto pueden realizarse las medidas para anotarlas. Siempre se ha de medir en superficies acabadas.

   El proceso de acotación sigue el siguiente orden: el trazado de líneas de referencia y cota, la toma de medida y la anotación de las mismas y siempre, si es posible, según la siguiente secuencia: cotas funcionales, no funcionales, auxiliares, superficies de referencia, repaso y comprobación.
5) ***Anotación de las especificaciones:*** como paso final se añaden todas las especificaciones necesarias de la pieza representada. Es de utilidad indicar la fecha de realización del croquis.
6) ***Revisión y comprobación:*** después de realizar correctamente todas las fases, se procede a la revisión del croquis definitivo.

Técnicas de croquizado

Debido a que los croquis se realizan a mano alzada, es necesario utilizar determinadas técnicas para obtener dibujos de forma rápida y que sean legibles.

- Las líneas serán lo más claras y concisas posibles para una fácil interpretación del croquis. Las líneas han de ser negras y densas, excepto las de construcción y las auxiliares.
- Se pueden repasar las líneas con un grosor adecuado al finalizar el croquis.
- Antes de trazar una recta, deben marcarse los puntos de sus extremos para realizarla con mayor precisión.

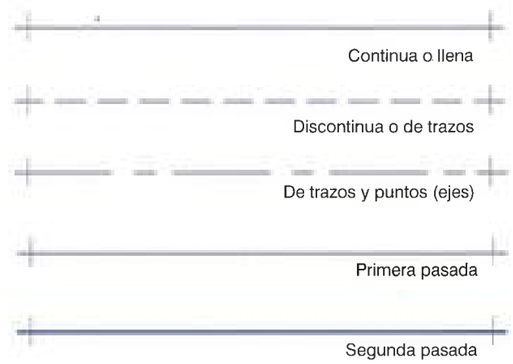


Figura 3.1. *Tipos de líneas utilizadas en la realización de un croquis*

- Para trazar curvas, es necesario usar puntos de guía. Lo más sencillo es realizar un cuadrado circunscrito, marcar los puntos medios de los lados y dibujar los arcos tangentes.
- El lápiz debe sostenerse a una distancia entre los dedos y el papel mayor de la que se suele dejar para escribir.
- El papel ha de estar orientado en la posición más cómoda para dibujar. Este podrá ser cuadriculado para ayudar a la realización del dibujo.
- Para trazar líneas oblicuas, puede resultar más cómodo girar el papel para realizar líneas horizontales equivalentes.

Figura 3.2. *Croquis de los planos de planta de una edificación*

3.1.2. Proporciones y escalas

Para poder realizar medidas sobre un plano y exportarlas correctamente a la pieza objeto, es necesario indicar en el dibujo la escala a la que está realizado.

La escala es la constante de proporcionalidad entre la figura representada y la realidad. Se define como la relación de tamaño entre las dimensiones del dibujo y el tamaño que tiene el objeto real al que representa.

La escala se expresa en forma de fracción; el numerador indica la medida del dibujo y el denominador, la medida del objeto real.

$$Escala = \frac{Tamaño\ del\ dibujo}{Tamaño\ real}$$

La elección de la escala debe permitir que el dibujo sea interpretado de manera clara y sencilla. La elección depende del objeto que se va a representar y de la finalidad de dicho plano.

Tipos de escalas:

- **Escala natural:** cuando las medidas del dibujo corresponden con las reales del objeto. Se denomina *Escala 1:1*.
- **Escala de reducción:** cuando las medidas del dibujo son menores a las reales del objeto, es decir, el objeto dibujado es menor al real, por ejemplo, *Escala 1:2*.
- **Escala de ampliación:** cuando las medidas del dibujo son mayores que las del objeto que se represente, es decir, cuando el objeto que se represente sea menor que el objeto a tamaño real, por ejemplo, *Escala 4:1*.

> Si se utilizan varias escalas, la principal se ha de indicar en el cuadro de rotulación del plano y las secundarias, al lado del número de referencia del objeto.

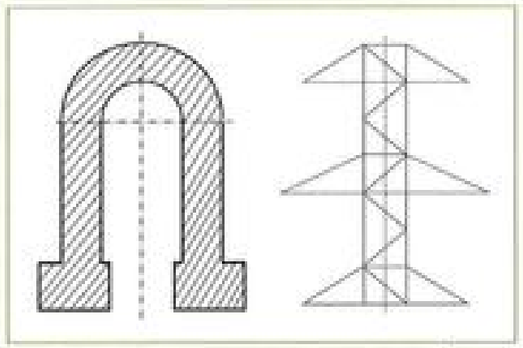
A pesar de que en la práctica se puede usar cualquier escala, las escalas más recomendables para la representación de planos y esquemas, al encontrarse normalizadas, son las indicadas a continuación:

Tipo de Escala	Recomendaciones		
De ampliación	50:1	20:1	10:1
Natural		1:1	
De reducción	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1000
	1:2000	1:5000	1:10000

Figura 3.3. *Escalas normalizadas*

Actividad propuesto

3.1. Realiza dos croquis de cada una de las siguientes figuras: el primero a escala natural y el segundo con una escala de ampliación 2:1.



3.1.3. Acotación

Las proyecciones de un dibujo deben ser precisas y poseer unas características gráficas que lo hagan lo suficientemente claro a la persona que lo va a utilizar. Como el papel es un medio que puede sufrir deterioros fácilmente, es necesario llevar a cabo la acotación de la pieza, es decir, indicar las medidas de la pieza de manera sencilla y eficaz.

Acotar un dibujo es indicar sobre él las dimensiones de la pieza representada. Con ello se evitan los errores de medición sobre el dibujo, pudiendo realizar la pieza con más precisión. La acotación se lleva a cabo mediante el uso de unos símbolos y unas técnicas normalizadas.

Normas de acotación

Para acotar correctamente una pieza, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Los dibujos se acotan según su función, fabricación o verificación.
- Con la acotación se han de indicar todas las dimensiones de una pieza.
- Cada elemento se acota una sola vez en el dibujo y siempre se han de colocar sobre la vista que mejor represente el elemento correspondiente.
- No han de indicarse más cotas de las imprescindibles.
- Todas las cotas se han de expresar en la misma unidad.
- Las dimensiones que resultan del proceso de fabricación no se acotan.

Tipos de cotas

Para realizar un proceso de acotación, se utilizan *cotas*. Estas son las medidas reales de la pieza; su valor se indica en milímetros, pero nunca se pone la unidad. Solo se han de emplear las cotas imprescindibles para definir el tamaño de la pieza, con números del tamaño apropiado. Los elementos que intervienen en la acotación son los siguientes:

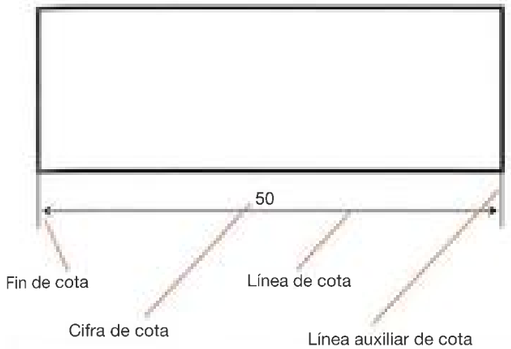


Figura 3.4. *Elementos que intervienen en la acotación*

- **Línea de cota:** es la línea paralela a la dimensión que se quiere acotar. Sobre ella se coloca la cota. La distancia entre la línea de cota y el dibujo no debe ser inferior a 8 milímetros y de 5 milímetros entre dos líneas de cotas.

  No deben cortarse entre sí ni con las líneas del dibujo, ni tampoco se debe usar los ejes de simetría ni las aristas como línea de cota, además de no deber trazarse las líneas de cota en prolongación de aristas de la pieza.

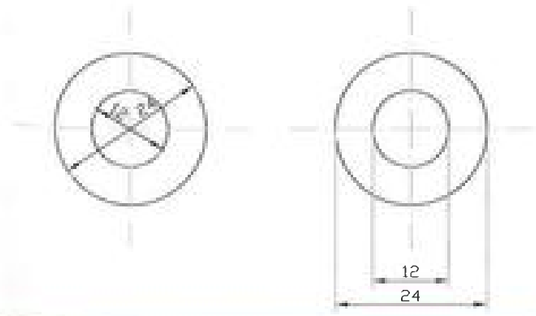


Figura 3.5. *Ejemplo de uso de las líneas de cota*

En caso de figuras simétricas dibujadas completas, se indican las dimensiones entre puntos simétricos y no entre un punto y el eje de simetría. En figuras simétricas dibujadas a la mitad, las líneas de cota han de sobrepasar el eje, se elimina la segunda flecha y se acota el total.

Las líneas de cota no se deben trazar en prolongación de las aristas de las piezas. Nunca se debe acotar sobre líneas ocultas.

- **Línea auxiliar de cota:** surge del dibujo perpendicular a la dimensión que se vaya a acotar y limita la longitud de las líneas de cota. Debe sobresalir unos 2 milímetros respecto de la línea de cota, se elimina la segunda flecha y se acota el total
- **Extremos e indicación de origen de una línea de cota:** las líneas de cota se terminan en sus extremos por una punta de flecha, un trazo oblicuo a 45° o un pequeño círculo.

  Los extremos citados no pueden ser atravesados por ninguna línea o arista; en caso ineludible, la línea o arista se ha de pintar interrumpida en los puntos de intersección.

Figura 3.6. *Tipos de extremos de acotación*

- **Cifra de cota:** es el número que indica la magnitud de la medida. Debe situarse en el centro de la línea de cota, aunque puede situarse sobre la línea de cota, por debajo o por encima pero siempre siguiendo el mismo criterio en todo el dibujo. Nunca puede ser cortada por ninguna traza del dibujo.

  Se pueden usar dos métodos para expresar la cifra de cota:

  – Colocar las cifras de cota paralelas a las líneas de cota, sin que sean cortadas, ni separadas por ninguna línea del dibujo. De esta forma su lectura se puede hacer desde abajo o desde la derecha.

  – Representar las cifras de cota de tal forma que solo puedan leerse desde la parte de debajo de la hoja. Las líneas de cota son interrumpidas en el centro de la cota para insertar las cifras de cota.
- **Línea de referencia:** sirve para indicar un valor dimensional o una nota explicativa en el dibujo. Se hace mediante una línea que une el texto al dibujo. Las líneas de referencia acaban en:

  – Flecha: cuando acaba en contorno o arista.

  – Punto: cuando acaba en el interior de la pieza

  – Sin flecha ni punto: cuando acaba en otra línea.

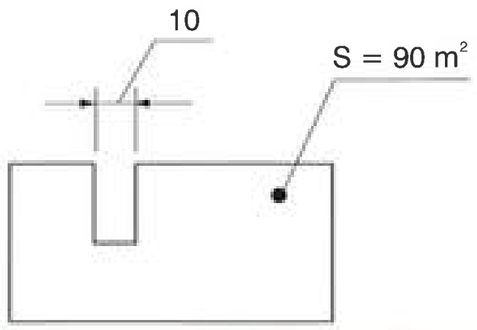


Figura 3.7. *Ejemplos de líneas de referencia*

- **Simbología:** los símbolos usados junto con la línea de cota son los siguientes:
  - □ Símbolo de cuadrado
  - ∅ Símbolo de diámetro
  - R Símbolo de radio
  - SR Símbolo de radio de una esfera
  - S∅ Símbolo de diámetro de una esfera

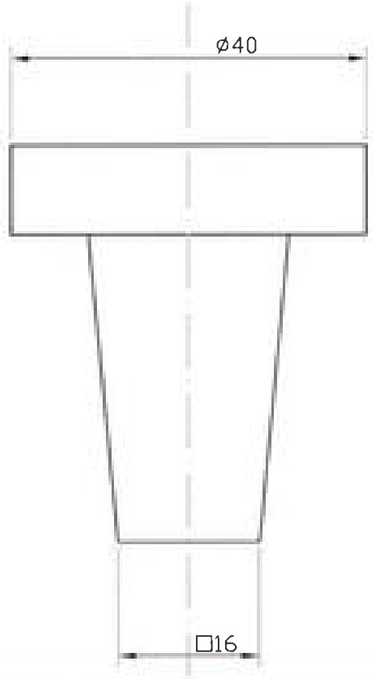


Figura 3.8. *Ejemplos de simbología en la acotación*

Clasificación de las cotas

Las cotas pueden clasificarse en función de su importancia:

- Cotas funcionales: son aquellas imprescindibles en el funcionamiento o en el empleo de la pieza.
- Cotas no funcionales: constituyen la definición de la pieza, pero no son esenciales para el funcionamiento normal de la pieza.
- Cotas auxiliares: son unas cotas con carácter informativo. No son decisivas en la fabricación o en el control, y se pueden deducir con otros valores dados.

También se clasifican en función de las cotas necesarias para construir la pieza:

- Cotas de dimensión: se refieren al tamaño de las formas.
- Cotas de situación: indican la posición de los elementos con respecto a otros.

Utilización de las líneas de cota y de referencia

Es necesario respetar unas normas básicas para la correcta utilización de líneas de cota y de referencia:

- Las líneas de cota son perpendiculares a las de referencia.
- Las líneas de referencia no pueden cruzarse con las de cota.
- Las líneas de cota nunca se cruzan entre ellas.
- Las líneas de referencia pueden cortar al dibujo si es necesario.
- Las líneas de referencia no pueden emplearse como líneas de cota.
- Las líneas de cota no se pueden disponer sobre las líneas de referencia.
- Se ha de evitar apoyar las flechas en las líneas que delimitan la pieza.
- Las líneas de contorno de las piezas no se pueden utilizar como líneas de cota.
- Las líneas de cota no se pueden situar en los ejes de las piezas.

Procesos de acotación

Elementos lineales

Para la acotación de elementos lineales es necesario tener en cuenta cómo se han de expresar las líneas de cota y las cifras de cota dependiendo de la situación del dibujo.

Las flechas se deben dibujar dentro de las líneas de cota entre las dos líneas auxiliares y la cifra de cota sobre la línea de cota. En caso de no haber espacio suficiente para ello, se dibujan las líneas de cota exteriormente prolongándolas hacia el exterior y con la cifra de cota en su interior. En caso de no haber suficiente espacio para la cifra de cota, se puede situar en el exterior de la dimensión acotada. Si tampoco hay espacio exterior, se ha de sustituir la flecha por un punto o un trazo.

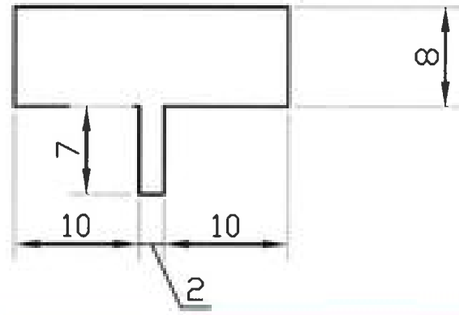


Figura 3.9. *Ejemplos de acotación*

Diámetro (Ø)

Cuando los arcos son mayores de 180º, se acotan por su diámetro. Si los arcos son menores de 180º, se acotan por su radio. En caso de ser un arco exactamente de 180º, se puede acotar como se prefiera en cada situación.

Al acotar varias circunferencias concéntricas, las líneas de cota se deben colocar a 30, 45 y 60º respecto del eje horizontal y nunca más de cuatro circunferencias.

La acotación, en caso de falta de espacio para las líneas de cota o las cifras de cota, se realiza atendiendo a la imagen de la figura 3.10, de manera similar a las normas de acotación de elementos lineales.

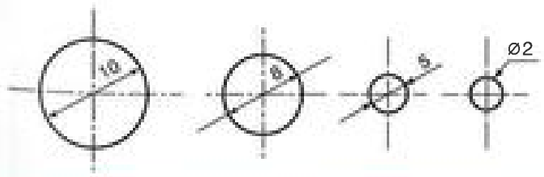


Figura 3.10. *Acotación de diámetros*

El símbolo del diámetro se utiliza delante de la cifra de cota solo cuando:

- Existe una forma circular que no se ve como tal en la vista representada.
- En una circunferencia incompleta si la cota se ha expresado con una sola flecha.
- Cuando la cifra de cota está fuera de la línea de cota por ser el espacio insuficiente.

Radios (R)

Las líneas de cota de los radios se indican con una sola flecha de cota en el arco de la circunferencia interior o exterior. El centro se señala mediante una cruz o un círculo pequeño. Si no se indica la posición del centro, se añade la letra R delante de la cifra de cota. Si el radio es muy grande, se puede acortar y hacer con una línea de cota partida, poniendo la cifra de cota y la letra R lo más cerca posible al arco acotado.

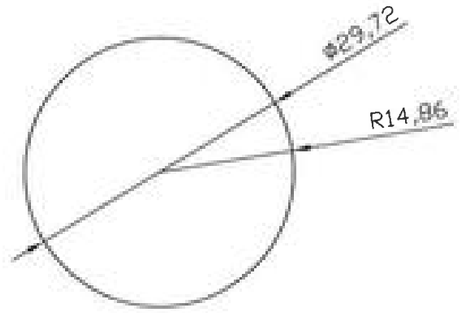


Figura 3.11. *Acotación de radios y diámetros*

Cuadrados

En caso de representar un cuadrado que no se identifique como tal con las vistas aportadas, se puede colocar el símbolo del cuadrado delante de la cifra de cota para indicarlo.

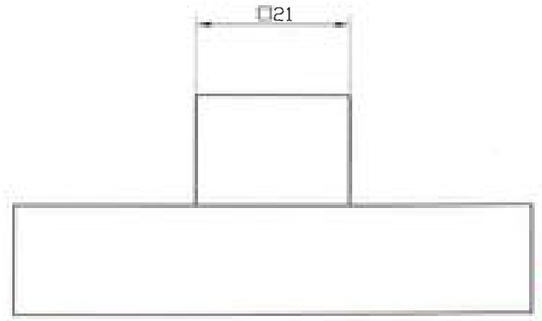


Figura 3.12. *Acotación de cuadrados*

Cruz de San Andrés

Cuando una superficie es plana, y el resto de las vistas no lo aclaran, se puede usar la Cruz de San Andrés. Consiste en unir los vértices opuestos de la figura rectangular plana.

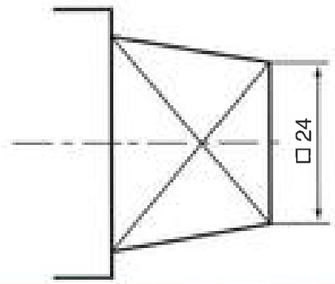


Figura 3.13. *Cruz de San Andrés*

Actividad resuelta

3.1. Realiza la acotación del siguiente esquema, que representa el plano de planta real de una puerta en un tabique.

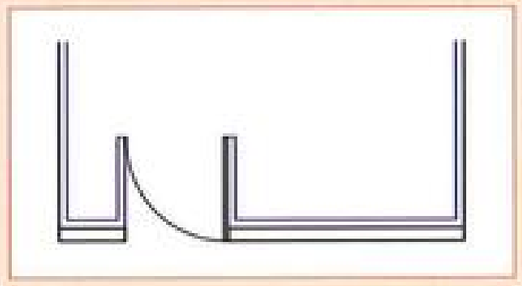


Figura 3.14. *Plano de puerta*

Solución:

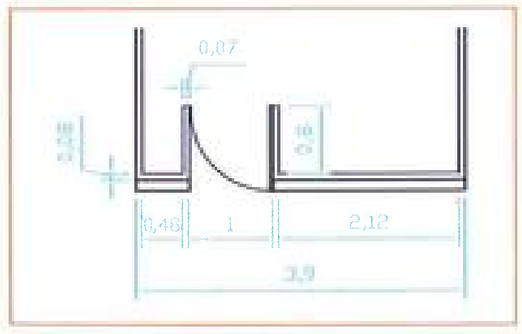


Figura 3.15. *Plano de puerta acotado*

Esfera

Si se representa una esfera, se puede añadir una S antes de la cifra de cota para indicarlo claramente.

3.2. Planos de proyecto de edificación y obra civil

Los planos de edificación y obra civil definen las características constructivas, técnicas y de diseño de las obras y edificaciones que se vayan a ejecutar como parte del proyecto de la instalación electrotécnica.

Los planos serán los suficientes en número y detalle, tanto para dar una idea clara de las disposiciones que pretenden adoptarse en las instalaciones como para que la empresa que ejecute la instalación disponga de todos los datos necesarios para la realización de la misma.

3.2.1. Planos de proyecto de obra civil

Los planos de obra civil son el conjunto de documentos que definen las características constructivas y de diseño de una instalación de obras públicas. Se definen como obras públicas el conjunto de actuaciones humanas sobre la naturaleza para dotar de un servicio a la sociedad. Comúnmente se definen como obra civil los proyectos asociados a carreteras, puentes o movimientos de tierras, entre otros. Deben contener la información necesaria para su comprensión sin resultar redundantes entre ellos. Existen los siguientes planos para proyectos de obra civil:

- **Plano de situación general:** se conoce también como plano de ubicación. Indica dónde se encuentra la instalación objeto del proyecto. Si es necesario, se puede aportar más de uno para delimitar correctamente la ubicación. Puede incluir coordenadas geográficas y siempre debe indicarse la escala usada.

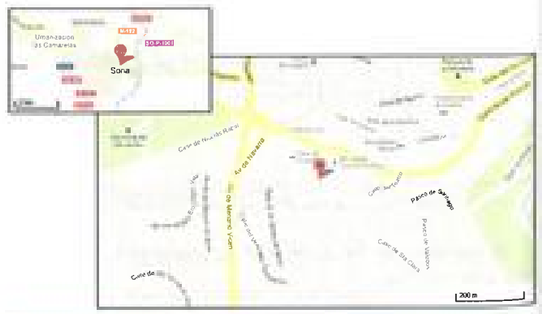


Figura 3.16. *Ejemplo de un plano de situación general*

- **Plano topográfico:** es el plano que muestra las principales características físicas del terreno; además muestra las diferencias de altura entre los accidentes geográficos. Es necesario realizar un estudio topográfico de la zona para obtener los detalles del emplazamiento. Se definen por las curvas de nivel que reflejan las alturas del terreno. Siempre se incluye la escala.
- **Plano de trazado:** indica por dónde discurre el objeto que se representa. Resulta común atribuir un color vistoso al trazado para que queden claras sus delimitaciones dentro del plano objeto.
- **Plano de zonificación y parcelación:** delimita en sectores las diferentes zonas que pueden existir dentro del plano. Se realiza asignando colores a cada una de las zonas en función del tipo de suelo (agrícola, industrial, residencial…), del tipo de edificación que se represente o de otras características que considere relevante el autor del plano. Pueden asignarse números que identifiquen a cada una de las parcelas. Siempre debe indicarse la escala usada.

Figura 3.17. *Plano de zonificación y parcelación, obtenido de la página web del catastro*

- **Perfiles longitudinales y transversales:** son planos que atraviesan el eje del emplazamiento de manera transversal o longitudinal, representando la sección por la zona del corte. Sirven para indicar detalles constructivos que no se pueden mostrar en planos convencionales.

3.2.2. Planos de proyectos de edificación

Un plano de edificación debe definir las características técnicas y constructivas de un edificio. Los proyectos de edificación se pueden dividir en residenciales y no residenciales. Al igual que en cualquier tipo de proyecto, los planos asociados deben contener la información suficiente e imprescindible para su comprensión a la hora de llevar a cabo las obras.

- **Plano de emplazamiento:** también conocido como plano de situación específica. Al igual que en un proyecto de obra civil, este tipo de plano sirve para ubicar la edificación objeto dentro de un entorno. Puede existir más de un plano de situación con diferentes escalas en función de la situación de la edificación, accesos o características importantes de reseñar por su importancia en el proyecto. Se debe evitar incluir planos de situación con escalas similares.

Figura 3.18. *Plano de situación específica*

- **Plano de cimentación:** en él se detallan las bases de sustentación de la edificación. Se deben representar con detalle los componentes tales como zapatas, pilares, cimientos corridos, vigas de cimentación o columnas entre otros.
- **Plano de estructuras:** detalla la estructura interna del edificio. Pueden aportarse diferentes vistas en el mismo plano para ampliar la información. Incluyen detalles de los pilares, vigas y columnas presentes.
- **Plano de planta de distribución y cotas:** se usa para establecer el tamaño y la localización de las dependencias de cada planta, incluyendo las cotas de toda la instalación representada. Se deben incluir tantos planos como diferentes plantas existan dentro del edificio, incluyendo los sótanos y la cubierta. Suele indicarse la superficie útil y construida de cada zona sobre el propio plano o en una tabla adjunta.

Figura 3.19. *Boceto inicial de un plano de planta de distribución y cotas*

- **Plano de planta de mobiliario:** es un plano de distribución en el que se indica la ubicación del mobiliario de la edificación.

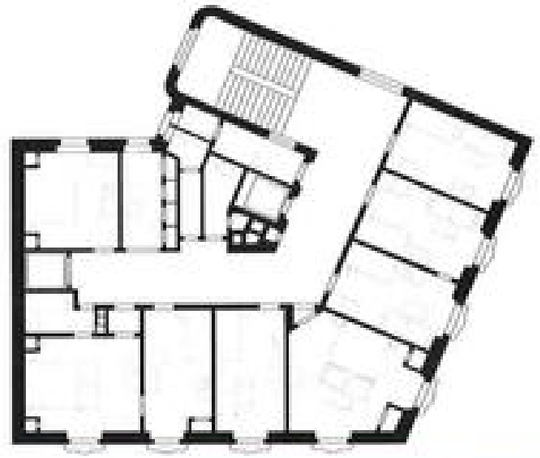


Figura 3.20. *Plano de planta de mobiliario*

- **Memorias de carpintería:** definen las características de la carpintería de aluminio y de madera presente en la edificación, tales como ventanas, puertas, trasdosados interiores y tabiquería. Se definen todos los modelos usados con sus dimensiones, materiales y características constructivas.

- **Plano de sección constructiva:** incluye los detalles de cortes y alzados más relevantes de la edificación.

Figura 3.21. *Plano de sección constructiva: alzado de la fachada principal*

- **Sistemas de ventilación forzada:** son unos planos de planta que representan el recorrido de los conductos de ventilación, las rejillas y los motores de extracción de humos. Únicamente es necesario aportar este tipo de planos en los locales considerados como *con riesgo de incendio o explosión* como, por ejemplo, en un estacionamiento subterráneo que no disponga de ventilación natural.

Si un proyecto no hace referencia a una instalación nueva, si no que trata sobre una **reforma o modificación** de una instalación existente, además de la documentación anterior, es recomendable aportar fotografías, tanto de la fachada exterior como del interior de la edificación.

Al presentar los planos de proyecto de edificación y obra civil, el proyectista podrá unificar en un solo documento varios de los planos anteriormente mencionados, siempre que le sea posible y asegurando que la información aportada quede suficientemente clara.

3.3. Representación de los circuitos eléctricos

Los diferentes circuitos que componen y definen las características de una instalación eléctrica se representan sobre uno o varios planos en los que son detalladas las particularidades de los materiales y dispositivos presentes.

Para la representación gráfica de dichos circuitos eléctricos pueden utilizarse diferentes tipos de esquemas estandarizados, entendiendo como esquemas el conjunto de conexiones coherentes de símbolos que dan como resultado un sistema estructurado. Los esquemas más utilizados para la representación de instalaciones eléctricas son cuatro:

- Esquemas unifilares.
- Esquemas multifilares.
- Diagramas de bloques.
- Plano de detalle.

3.3.1. Esquemas unifilares

En un esquema unifilar cada circuito se representa por medio de una única línea, independientemente del número de conductores dispuestos en la realidad.

Para indicar la cantidad de conductores que discurren por cada línea del circuito, se utilizan pequeños segmentos oblicuos que cruzan con la línea principal en cada tramo, uno por cada conductor.

Se trata de esquemas muy simples y fáciles de entender en los que se representan todos los elementos de manera unitaria. Los esquemas unifilares son idóneos para representar instalaciones eléctricas; sin embargo, no son muy utilizados para la representación de circuitos de automatismos, mando y control, dado el escaso detalle que ofrecen.

Los esquemas unifilares son los más utilizados por los electricistas, puesto que resultan más claros y más fáciles de realizar e interpretar.

En ocasiones resulta necesario identificar en los esquemas unifilares a cada uno de los conductores que discurren por una determinada línea para evitar confusiones a la hora de llevar a cabo el montaje.

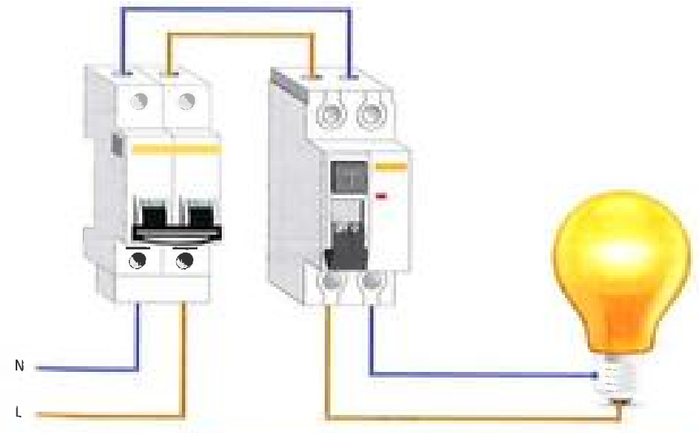


Figura 3.22. *Circuito monofásico protegido por interruptor automático que alimenta a una lámpara*

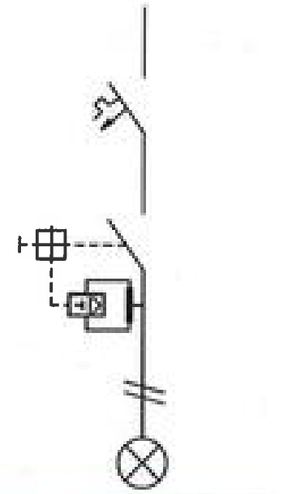


Figura 3.23. *Esquema unifilar simplificado del circuito*

Figura 3.24. *Representación de los conductores de fase de un sistema trifásico*

Figura 3.25. *Representación del conductor neutro (N)*

Figura 3.26. *Representación del conductor de protección (PE)*

Figura 3.27. *Representación del conductor neutro y el de protección unidos (PEN)*

El conductor de protección también puede ir representado en el esquema unifilar mediante una línea de trazos discontinuos paralela a la línea que representa los conductores activos, siempre que se indique expresamente su conexión con la instalación de puesta a tierra.

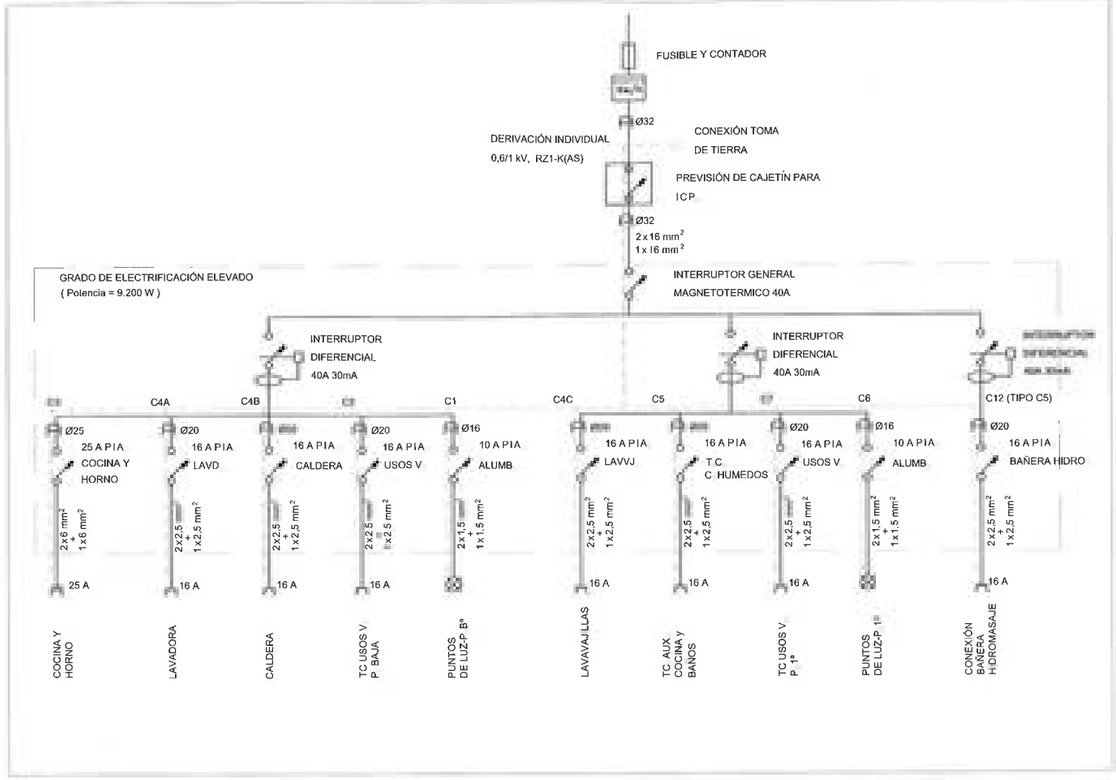

FUSIBLE Y CONTADOR
Ø32
CONEXIÓN TOMA DE TIERRA
DERIVACIÓN INDIVIDUAL
0,6/1 kV, RZ1-K(AS)
PREVISIÓN DE CAJETÍN PARA ICP
Ø32
2 x 16 mm²
1 x 16 mm²
GRADO DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADO
(Polencia = 9.200 W)
INTERRUPTOR GENERAL MAGNETOTERMICO 40A
INTERRUPTOR DIFERENCIAL 40A 30mA
INTERRUPTOR DIFERENCIAL 40A 30mA
C4A
C4B
C1
C4C
C5
C6
C12 (TIPO C5)
Ø25 25 A PIA COCINA Y HORNO 2x6 mm² + 1x6 mm² 25 A
Ø20 16 A PIA LAVD. 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
16 A PIA CALDERA 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
Ø20 16 A PIA USOS V 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
Ø16 10 A PIA ALUMB 2x1,5 + 1x1,5 mm² 16 A
16 A PIA LAVVJ 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
16 A PIA T.C. C. HUMEDOS 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
Ø20 16 A PIA USOS V 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
Ø16 10 A PIA ALUMB 2x1,5 + 1x1,5 mm² 16 A
Ø20 16 A PIA BAÑERA HIDRO 2x2,5 + 1x2,5 mm² 16 A
COCINA Y HORNO
LAVADORA
CALDERA
TC USOS V. P. BAJA
PUNTOS DE LUZ-P. B*
LAVAVAJILLAS
TC. AUX. COCINA y BAÑOS
TC USOS V. P. 1ª
PUNTOS DE LUZ-P. 1ª
CONEXIÓN BAÑERA HIDROMASAJE

Figura 3.28. *Ejemplo del esquema unifilar que representa la instalación eléctrica de una vivienda con grado de electrificación elevado*

3.3.2. Esquemas multifilares

Un esquema multifilar representa todas las líneas de cada circuito, identificando debidamente el conductor neutro y cada una de las fases.

En estos esquemas quedan indicados todos los conductores del circuito siguiendo aproximadamente el trazado de la realidad del montaje, lo que en ocasiones produce que las líneas se crucen entre sí.

Su uso tiene la finalidad de hacer más sencillo razonar el funcionamiento de un circuito, pero en ocasiones su interpretación puede llegar a ser muy laboriosa y su elaboración siempre será más compleja que en el caso de los esquemas unifilares.

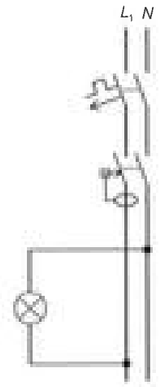


Figura 3.29. *Esquema multifilar simplificado del circuito representado en la figura 3.22*

Este tipo de representación es muy utilizada en los esquemas de maniobra y automatismos, donde es necesario conocer la posición o borna exacta en la que debe conectarse cada uno de los conductores.

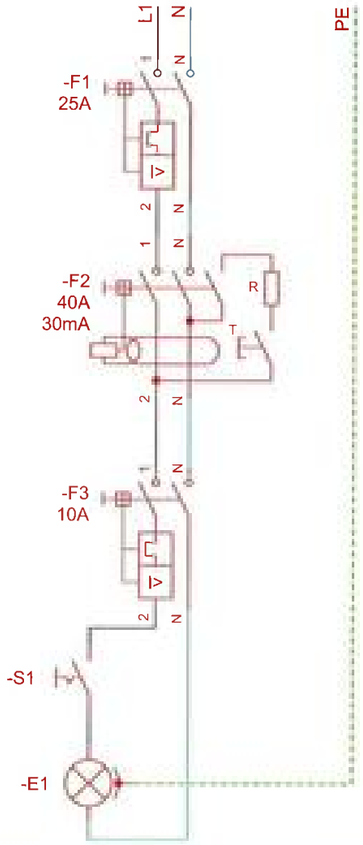


Figura 3.30. *Ejemplo de esquema multifilar completo que representa el conexionado, maniobra y protección de una lámpara*

Los esquemas multifilares también se denominan *esquemas funcionales*, cuando hacen referencia a circuitos de maniobra de automatismos eléctricos.

Los esquemas multifilares, en principio, parecen más comprensibles que los unifilares, pero presentan la desventaja de que pueden llegar a resultar confusos si los circuitos representados son muy grandes, puesto que en el plano aparecerían demasiadas líneas entrecruzadas.

3.3.3. Interpretación de esquemas unifilares y multifilares

Junto a los componentes y dispositivos que forman los esquemas eléctricos unifilares, multifilares o de bloques, suele incluirse cierta información adicional de gran utilidad para el instalador, puesto que se le indica, de manera muy precisa, las características fundamentales de la instalación.

El esquema de tipo unifilar es el contenido mínimo; el multifilar es más completo pero más difícil de interpretar y representar. En ambos casos deben quedar definidos, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Sección, material y características técnicas de los conductores.
- Dimensiones de las canalizaciones.
- Especificaciones características de los dispositivos de protección.
- Características eléctricas de cada receptor.
- Nombre y longitud de los circuitos.

En los esquemas eléctricos, los conductores de cobre se representan por las letras ***Cu*** y los conductores de aluminio por las letras ***Al***. En caso de que no quede definido este factor, se entenderá por defecto que los conductores son de cobre.

En la práctica, esta información puede ofrecerse sobre las líneas eléctricas y junto a los dispositivos, bajo los propios circuitos o mediante tablas situadas en el plano.

La figura 3.31 muestra dos ejemplos de interpretación del contenido de un esquema unifilar.

Entender los esquemas y planos y revisarlos adecuadamente es fundamental antes de comenzar con la preinstalación y montaje de cualquier instalación eléctrica.

3.3.4. Diagramas de bloques

Se elaboran en proyectos de instalaciones de grandes dimensiones, donde puede resultar necesario ofrecer una orientación previa de la distribución de los circuitos del sistema.

Este tipo de esquemas presentan una estructura arborescente y su finalidad puede estar orientada a la **función** o al **emplazamiento.**

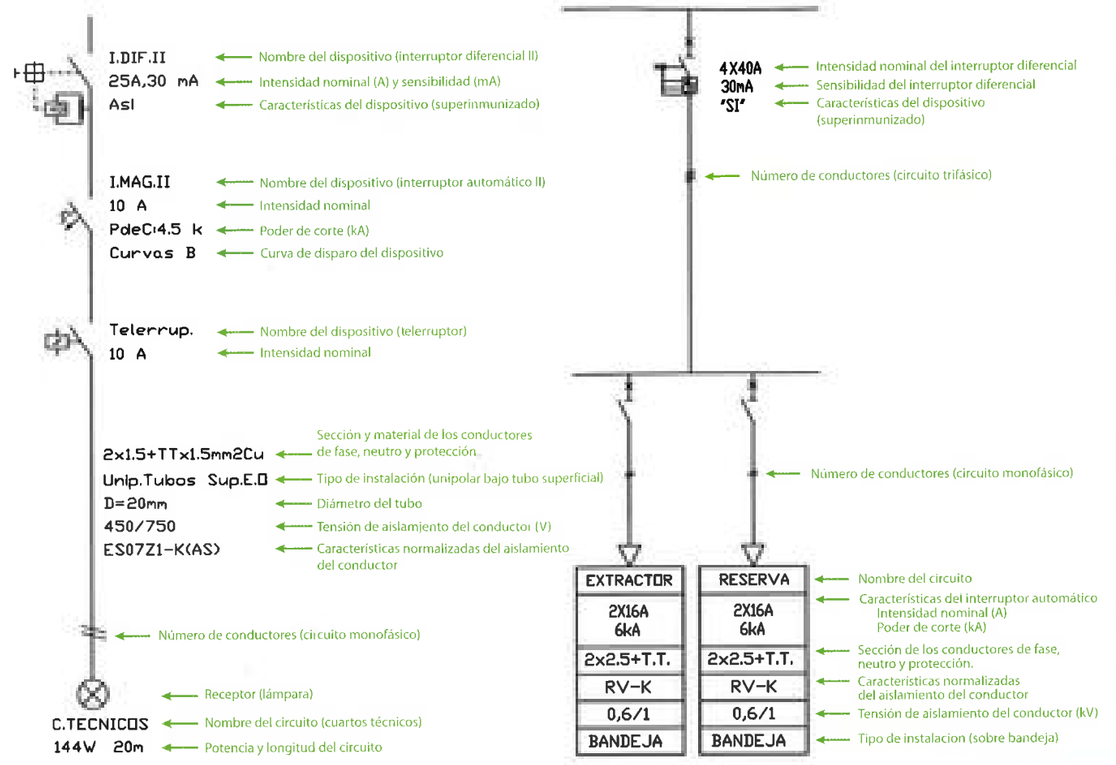


Figura 3.31. *Interpretación de los datos proporcionados por diferentes esquemas unifilares*

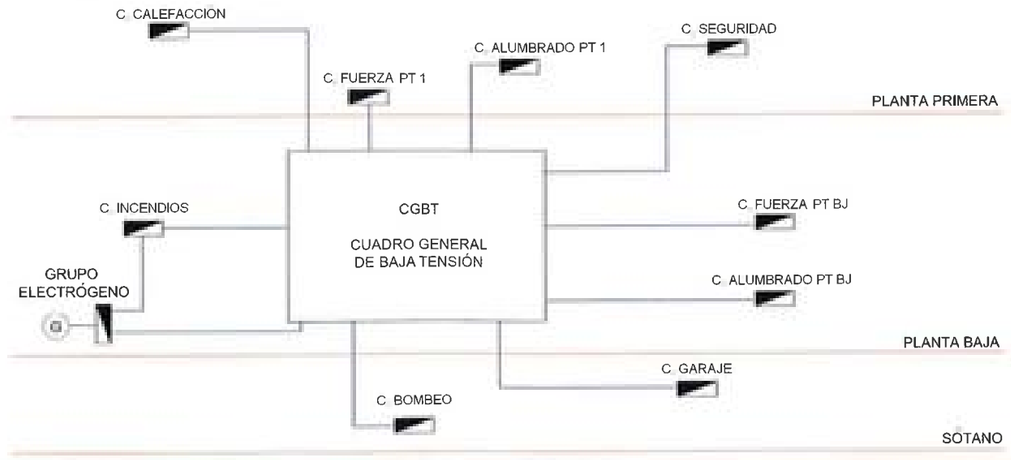


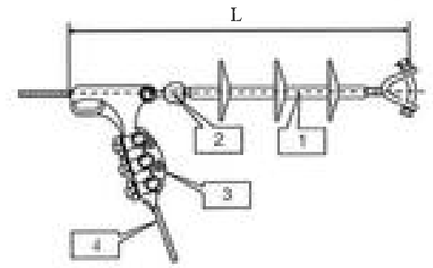
Figura 3.32. *Representación de un diagrama de bloques en el que se muestran todos los cuadros eléctricos de un edificio, ordenados por plantas. Este tipo de diagramas son también conocidos como* ***esquemas de principio***

Son utilizados generalmente para mostrar en un único documento gráfico la ubicación de todos los cuadros eléctricos de una edificación, y que serán detallados en esquemas posteriores.

La unión entre los distintos bloques se realiza utilizando una única línea, indicando que hay una conexión eléctrica. Pueden representarse tantas líneas como sea necesario dependiendo del tipo de suministro (alimentación ordinaria, alimentación de socorro, alimentación del SAI, etc.), pero no se hace referencia al número de conductores en ningún caso, ya que se busca una interpretación rápida de la instalación.

3.3.5. Planos de detalle

En ocasiones puede resultar muy útil incluir en el plano una parte de la instalación a mayor escala que el resto de la documentación gráfica existente.



Amarre - Leyenda	
Marca	**Denominación**
1	Aislador compuesto U70 YB 20
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-2
4	Conductor de aluminio de 240 mm²
L = 575 mm	

Figura 3.33. *Plano de detalle incluido en el proyecto de una línea aérea de alta tensión*

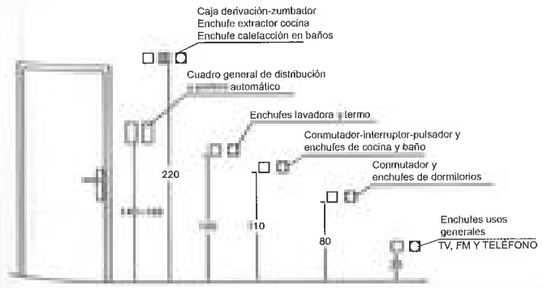


Figura 3.34. *Plano de detalle incluido en el proyecto de baja tensión en el que se especifican las alturas de montaje de los componentes*

Los planos de detalle únicamente serán necesarios cuando hay partes constructivas de la instalación eléctrica que el proyectista considere que deben ser ampliadas, ya que con esto se consigue mayor claridad, permitiendo un mejor análisis de las conexiones y facilitando su montaje e instalación.

3.4. Planos representativos de las instalaciones electrotécnicas

Para conocer la posición exacta de los diferentes mecanismos, cajas y canalizaciones en una instalación eléctrica, es necesario utilizar planos de planta y planos de trazado, que pueden ser orientativos o estar acotados. Los planos representativos más comunes son:

- Planos de planta de la instalación eléctrica de alumbrado.
- Planos de planta de la instalación eléctrica de fuerza.
- Planos del trazado de las canalizaciones.
- Planos de las vías de evacuación.
- Planos de planta de la red equipotencial de tierras.

3.4.1. Planos de planta de la instalación eléctrica

En cualquier proyecto electrotécnico, junto con los esquemas unifilares o multifilares, es indispensable incluir una o varias representaciones en planta del lugar donde se va a realizar la instalación indicando la posición exacta de cada uno de los mecanismos eléctricos y aparamenta, de manera que sea posible reconocer su ubicación real. Esta documentación facilita enormemente las tareas de mantenimiento de la instalación y asegura que el montaje será realizado de manera exacta, conforme a los requisitos indicados por el proyectista.

Se diferencian dos modelos distintos de planos de planta en función de los dispositivos eléctricos representados en ellos: fuerza y alumbrado.

Plano de planta de la instalación eléctrica de fuerza

Muestra la ubicación exacta de las bases de toma de corriente y de los cuadros eléctricos.

Plano de planta de la instalación eléctrica de alumbrado

Muestra la ubicación exacta de las luminarias, apliques, interruptores, pulsadores, conmutadores, equipos autónomos de alumbrado de emergencia, etcétera.

Los planos de planta de la instalación eléctrica de fuerza y de alumbrado podrán combinarse en un mismo documento gráfico siempre que el número de dispositivos no sea muy elevado y se garantice que la información aportada queda suficientemente clara.

Asimismo, en los planos de planta de alumbrado, es recomendable incluir líneas continuas o discontinuas que indiquen qué receptores están asociados a cada uno de los dispositivos de maniobra.

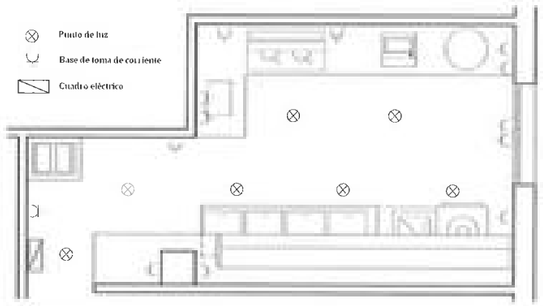


Figura 3.35. *Plano de planta de alumbrado y fuerza con leyenda incorporada*

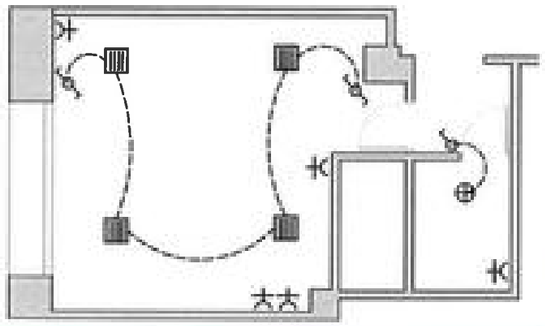


Figura 3.36. *Plano de planta de alumbrado y fuerza con líneas de asociación entre interruptores y luminarias*

Debe existir un plano de planta por cada una de los pisos de la edificación, incluyendo sótanos, cubierta e, incluso, zonas exteriores y terrazas siempre que se dispongan equipos eléctricos en estas ubicaciones.

3.4.2. Trazado de las canalizaciones

Otro tipo de esquema eléctrico, de gran utilidad para el instalador electricista, es aquel en el que se indica el trazado por el cual deben discurrir las canalizaciones eléctricas por las que se realiza el tendido del cableado.

Dichas canalizaciones parten siempre del cuadro general y recorren de manera empotrada o superficial los muros, suelos o techos de la edificación comunicando las cajas de registro, derivación y mecanismo.

El trazado de las canalizaciones puede representarse en dos formatos: planta y perspectiva tridimensional. Es importante indicar, tanto en la memoria del proyecto como en el propio plano, el tipo y características de canalización utilizada en cada caso, sea tubo de plástico, tubo metálico, canal protector, bandeja perforada o de rejilla, etcétera.

Trazado de las canalizaciones en planta

Da una visión orientativa del recorrido de las canalizaciones y muy aproximada de la ubicación de las cajas de registro y derivación.

Este tipo de plano es muy útil para calcular la longitud total del tubo protector que será necesario utilizar durante la preinstalación. Deben quedar reflejadas todas las estancias de la edificación.

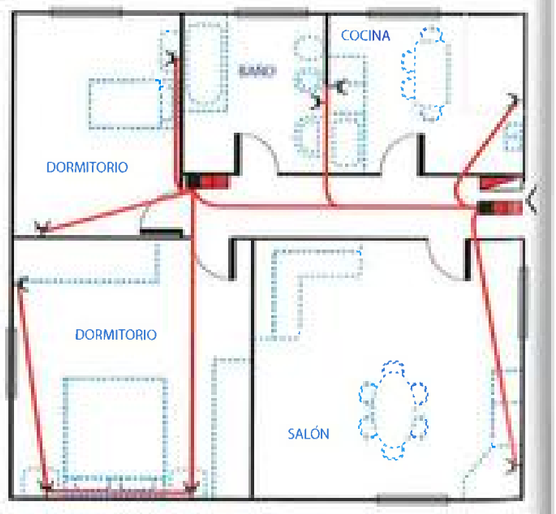


Figura 3.37. *Plano de trazado de las canalizaciones en planta de la instalación de fuerza de una vivienda*

El plano del trazado de las canalizaciones suele combinarse con los planos de planta de la instalación eléctrica de fuerza y alumbrado para ahorrar espacio y simplificar el número de documentos gráficos del proyecto.

Trazado de las canalizaciones en perspectiva tridimensional (3D)

Indica de manera exacta, mediante cotas, el recorrido de los tubos y la posición de las cajas de registro y mecanismos de la instalación eléctrica.

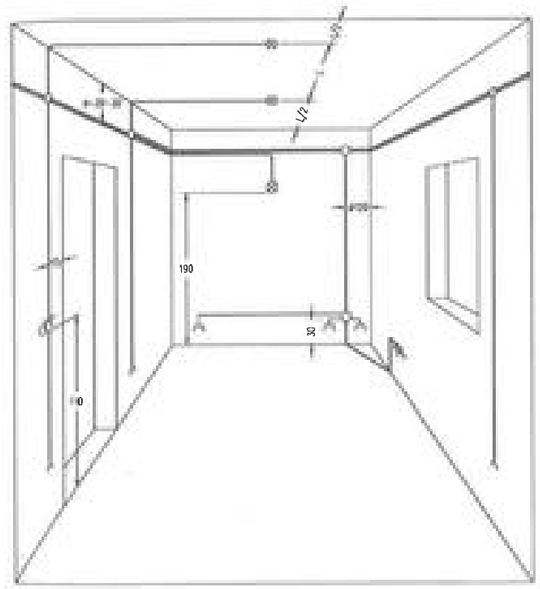


Figura 3.38. *Plano acotado del trazado de las canalizaciones en 3D. Cotas en centímetros*

La ejecución práctica del trazado de las canalizaciones en una edificación se hará siempre siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes, del techo y del suelo.

Los planos y esquemas representados en 3D son muy útiles para conocer las distancias exactas de ubicación de los dispositivos respecto al suelo, las paredes o el techo.

Los planos y esquemas representados en 3D son muy útiles para conocer las distancias exactas de ubicación de los dispositivos respecto al suelo, las paredes o el techo.

3.4.3. Planos de las vías de evacuación

El plan de emergencia es un documento diseñado por el titular de un edificio que determina la forma de actuar en caso de producirse una situación de emergencia **en un local de pública concurrencia**. Dicha situación debe ser resuelta de manera controlada, es decir, hay que llevar a cabo la evacuación del edificio de manera rápida y eficaz y siguiendo las pautas establecidas, con el fin de evitar que los usuarios sufran ningún percance.

El plano de evacuación forma parte del plan de emergencia. Es un plano que se sitúa en un lugar de tránsito, visible para todos los usuarios del edificio.

Debe representar fielmente la planta del edificio, y con los suficientes detalles para que cualquier persona pueda interpretarlo y comprenderlo de manera rápida y sencilla. En él se indican los datos necesarios para la evacuación:

- Posición en la que se encuentra el usuario con respecto al plano «usted está aquí» y la posición del edificio con respecto a las calles que lo rodean.

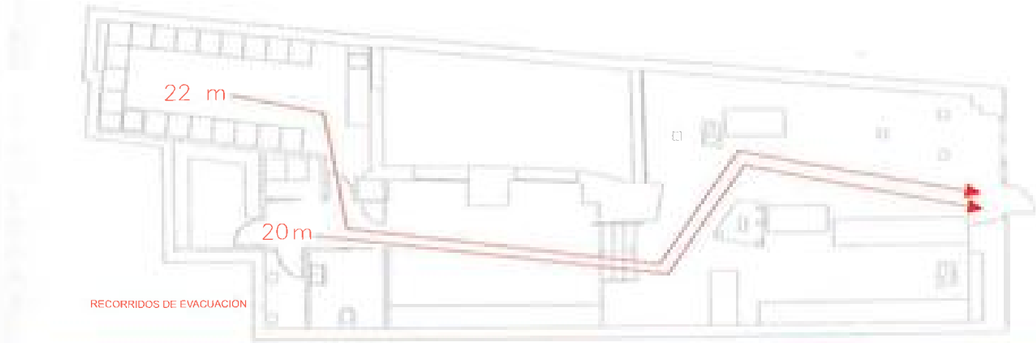


Figura 3.39. *Plano de las vías de evacuación de la planta baja de una oficina*

- Vías de evacuación: son las salidas de emergencia en las que desembocan las rutas de escape.
- Rutas de escape: generalmente se marca con flechas la ruta más rápida a seguir para abandonar el edificio.
- Dispositivos de ayuda en caso de emergencia: se muestran todos los dispositivos que es necesario ubicar en caso de una emergencia como puedan ser extintores, luces de emergencia, boca de incendio, detectores de humo, llaves de corte de gas y electricidad.

En el proyecto eléctrico de un local considerado como de pública concurrencia, únicamente será necesario incluir el plano correspondiente a las **vías de evacuación.**

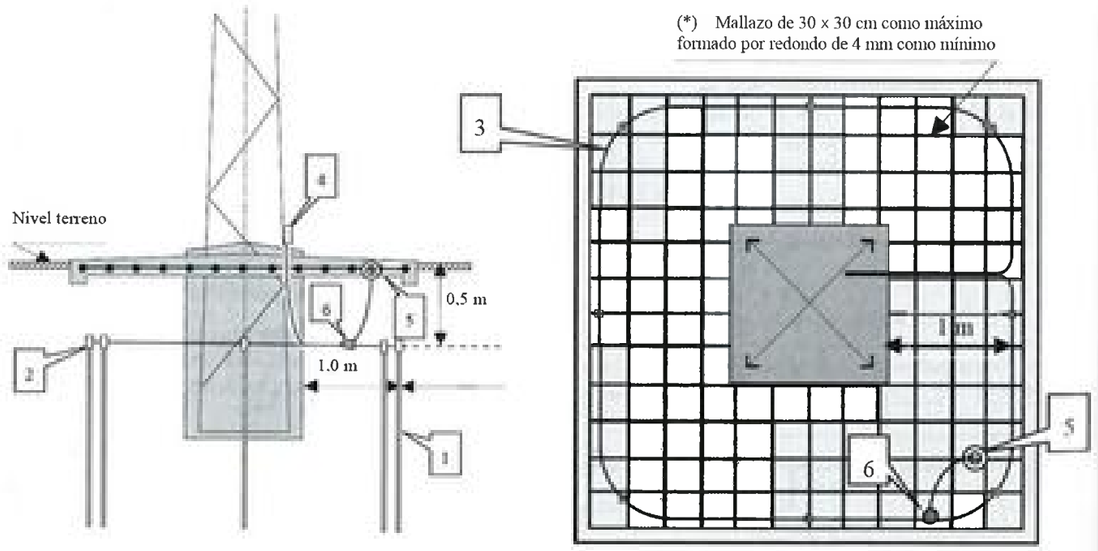
3.4.4. Plano de planta de la red equipotencial de tierras

Este plano es requerido en instalaciones que deben poseer una red equipotencial de tierras debido a sus características eléctricas y particularidades de uso. Es imprescindible en instalaciones en las que existe contacto directo de las personas con equipos metálicos que se encuentran en las proximidades de elementos conductores, como puede ser una piscina o fuente en baja tensión, o un poste eléctrico en alta tensión.

Es por ello que todas las masas metálicas deben estar conectadas a tierra correctamente formando una **red equipotencial** en forma de **anillo** o **mallazo.**

Para realizar la unión de las distintas masas metálicas de la instalación de manera eficiente, se necesita realizar este tipo de plano de manera que el encargado de llevar a cabo el proyecto pueda ubicarlas correctamente en la práctica y para que en futuros trabajos se tenga conocimiento de la ubicación de esta red equipotencial.

Es necesario indicar el tipo de red usada, todos los equipos que se encuentren conectados a la red y las características de los conductores utilizados.



Marca	Denominación
1	Pica cilíndrica acero-cobre de 14,6 mm de diámetro y 1,5 m de longitud
2	Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de 50 Cu
3	Cable de cobre de 50 mm^2
4	Grapa de conexión paralela para cable de Cu
5	Soldadura por fusión aluminotérmica C 50 con redondo de tetracero de 4 mm de Ø
6	Conector por cuña a presión para conductor de cobre de 50/50 mm^2

Figura 3.40. *Red equipotencial en forma de* mallazo *para un apoyo de líneas eléctricas de alta tensión. Cortesía de Iberdrola*

Actividad propuesta

3.2. Dada la instalación eléctrica correspondiente a un garaje subterráneo con las siguientes características:

- Situación: C/ Severo Ochoa, 38, Gijón, Asturias.
- Número de sótanos: 2.
- Dispone de un equipo de medida para suministro trifásico y hueco para el ICP.
- Instalación eléctrica:
  - Interruptor general de 4 × 40 A.
  - Circuitos interiores:

Número de circuito	Descripción	Protección
Circuitos 1-6	Alumbrado ordinario	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuitos 7-8	Alumbrado de emergencia	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuito 9	Central de detección de incendios	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuito 10	Central de detección de CO	Interruptor automático de 2 × 10 A
Circuito 11	Tomas de corriente para usos varios	Interruptor automático de 2 × 16 A
Circuito 12	Puerta de acceso al garaje	Interruptor automático de 2 × 16 A
Circuito 13	Bombas de achique	Interruptor automático de 4 × 16 A
Circuito 14	Ascensor	interruptor automático de 4 × 25 A
Circuitos 15-16	Sistema de extracción	interruptor automático de 4 × 16 A

Todos los circuitos interiores se encuentran protegidos diferencialmente con cinco interruptores diferenciales de alta sensibilidad, excepto el del ascensor, que es de 300 mA.

Realiza las siguientes actividades:

a) Representa gráficamente el plano de situación o emplazamiento.

b) Representa el esquema unifilar del garaje. La distribución e intensidad nominal de los interruptores diferenciales es libre, pero debe estar debidamente justificada.

c) Representa el plano de detalle del cuadro general de mando y protección (CGMP) con las protecciones correspondientes.

3.5. Simbología eléctrica normalizada

Todo componente de una instalación eléctrica, ya sea un mecanismo, un elemento de maniobra, medida o protección, un receptor, un conductor o incluso un simple dispositivo de conexión, debe poder ser representado gráficamente en un plano o esquema eléctrico de manera que cualquier profesional que lo utilice, independientemente de su país de origen, sea capaz de interpretarlo de manera adecuada.

Es por este motivo que los símbolos gráficos y las referencias identificativas se encuentran estandarizadas en conformidad con normas internacionales, europeas o nacionales. El uso de estos estándares elimina todo riesgo de confusión, simplifica la representación y el estudio de las instalaciones electrotécnicas y facilita las operaciones de montaje, cableado y mantenimiento.

3.5.1. Simbología

La serie de normas internacionales CEI 60617 define los símbolos gráficos para esquemas eléctricos. Esta publicación ha sido transpuesta y adoptada a nivel europeo bajo la Norma EN 60617 y posteriormente ha sido publicada en España como la Norma UNE-EN 60617.

Esta norma está dividida en los siguientes apartados:

Tabla 3.1. Apartados de la norma UNE-EN 60617

Apartado	Descripción
UNE-EN 60617-1	Índice
UNE-EN 60617-2	Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general
UNE-EN 60617-3	Conductores y dispositivos de conexión
UNE-EN 60617-4	Componentes pasivos básicos
UNE-EN 60617-5	Semiconductores y tubos electrónicos
UNE-EN 60617-6	Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica
UNE-EN 60617-7	Aparatos y dispositivos de control y protección
UNE-EN 60617-8	Instrumentos de medida, lámparas y dispositivos de señalización
UNE-EN 60617-9	Telecomunicaciones: conmutación y equipos periféricos
UNE-EN 60617-10	Telecomunicaciones: transmisión
UNE-EN 60617-11	Esquemas y planos de instalaciones, arquitectónicos y topográficos
UNE-EN 60617-12	Operadores lógicos binarios
UNE-EN 60617-13	Operadores analógicos

Los símbolos gráficos más utilizados para la realización de los esquemas y planos asociados a los proyectos de instalaciones electrotécnicas, en conformidad con las publicaciones más recientes *UNE-EN,* se presentan en las tablas 3.2-3.3.

Tabla 3.2. Simbología eléctrica normalizada (multifilar)

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Corriente continua		Conductor apantallado
	Corriente alterna		Haz de tres conductores
	Corriente continua y alterna (universal)		Tierra
3 ~ 50 Hz	Corriente alerna específica de 50 Hz		Masa
	Conductor		Tierra de protección
L1 L2 L3	Línea trifásica		Enlace mecánico corto
N	Conductor de neutro		Enlace mecánico largo
PE	Conductor de protección		Retorno no automático
	Derivación		Interruptor
			Interruptor bipolar

Tabla 3.2. Simbología eléctrica normalizada (multifilar) *(continuación)*

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Cruce con conexión		Interruptor tripolar
	Cruce sin conexión		Interruptor doble
	Punto de conexión		Conmutador
	Conductor flexible		Conmutador de cruzamiento
	Contacto normalmente cerrado		Contacto normalmente abierto
	Contacto conmutado		Lámpara de neón
	Pulsador		Tubo de neón
	Toma de corriente bipolar con toma de tierra		
	Lámpara		
	Lámpara intermitente		Reactancia
	Lámpara LED		
	Lámpara fluorescente		Reactancia de arranque rápido
			Reactancia electrónica
	Lámpara flourescente de arranque rápido		Reactancia electrónica con regulación 0-10 v
		3 2 1	Balasto de tres terminales
			Cebador
	Lámpara lineal LED		Cebador electrónico
		R Ar N	Arrancador
			Timbre

Tabla 3.2. Simbología eléctrica normalizada (multifilar) *(continuación)*

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Zumbador		Bobina de temporizador al trabajo
	Timbre de dos golpes		Bobina de temporizador al reposo
	Sirena		Telerruptor
	Bocina		
	Telerregulador		Automático de escalera
	Pulsadores de subida y bajada de persianas		Automático de escalera a 3 o 4 hilos
	Interruptores de subida y bajada de persianas		Termostato
			Reloj
	Contactor		Relé detector de presencia (PIR)
	Contacto temporizado al trabajo normalmente abierto		Relé detector crepuscular
	Contacto temporizado al trabajo normalmente cerrado		Relé detector eólico
	Contacto temporizado al reposo normalmente abierto		Relé detector solar
	Contacto temporizado al reposo normalmente abierto		Emisor IR
	Bobina de contactor (mando electromagnético)		Receptor IR
	Detector de humos		Motor monofásico
	Detector de incendios		

Tabla 3.2. Simbología eléctrica normalizada (multifilar) *(continuación)*

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Detector de fugas de agua		Interruptor automático monopolar (PIA) magnetotérmico
	Detector de gas		Interruptor automático bipolar (PIA) magnetotérmico F + N
	Electroválvula		Interruptor automático bipolar (PIA) magnetotérmico F + F
	Condensador		Interruptor automático tripolar (PIA) magnetotérmico
	Fusible		Interruptor automático tetrapolar (PIA) magnetotérmico
	Seccionador de neutro		Interruptor diferencial bipolar
	Limitador de sobretensiones		Interruptor diferencial tetrapolar
	Elemento calefactor		
	Transformador monofásico		
	Ventilador		

Tabla 3.3. Simbología eléctrica normalizada (unifilar)

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Línea trifásica en unifilar		Interruptor regulador
n	Línea de n conductores		Salida de hilos
	Línea de fase		Toma de corriente bipolar con toma de tierra
	Línea de neutro		Toma de corriente bipolar de 25 A con toma de tierra
	Línea de tierra		Toma de corriente trifásica con toma de tierra
	Interruptor		Clavija de enchufe
	Interruptor bipolar		Punto de luz
	Interruptor tripolar	5x40w	Grupo de 5 lámparas de 40 W
	Interruptor de tirador		Punto de luz mural
1	Interruptor doble		Punto de luz con tirador
			Punto de luz LED
	Conmutador		Punto de luz autónomo
	Conmutador de cruce	1	Punto de luz de fluorescencia
	Pulsador		
	Pulsadores s/b de persianas	2x40w	Grupo de dos fluorescentes de 40 W
	Interruptores s/b de persianas	1	

Tabla 3.3. Simbología eléctrica normalizada (unifilar) *(continuación)*

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Lámpara lineal de LED		Fusible
	Zumbador		Caja general de protección
1	Timbre		Línea repartidora (montada)
			Canalización de derivaciones individuales (montada)
	Timbre de dos golpes		Derivación individual
	Sirena		Centralización separada de contadores trifásicos
	Bocina		Centralización de contadores
	Indicador de llamadas		Contador
	Caja de registro		Detector de temperatura (termostato)
	Caja de paso		Emisor IR
	Interruptor automático (PIA) magnetotérmico		Receptor IR
			Detector crepuscular
	Interruptor diferencial		Detector PIR
			Detector solar
	Interruptor de control de potencia (ICP)		Detector eólico
	Cuadro general de distribución		Detector de humos

Tabla 3.3. Simbología eléctrica normalizada (unifilar) *(continuación)*

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Detector de incendios		Congelador
	Reloj		Lavadora
	Detector de fugas de agua		Lavavajillas
	Detector de gas		Cocina eléctrica
	Automático de escalera		Calentador eléctrico
	Telerruptor		Electroválvula
	Ventilador		Elemento calefactor
	Motor		Limitador de sobretensiones
	Refrigerador	[1] Símbolo preferente	

3.5.2. Marcado de componentes

Existen varias normas que definen y fomentan determinadas reglas de aplicación específicas que deben ser utilizadas para marcar e identificar los bornes, terminales, conductores, aparatos y equipos eléctricos en un plano o esquema. Destacan para esta función las normas internacionales IEC 61.346, IEC 1082 e IEC 60445 y sus diversas transposiciones a nivel nacional o europeo.

El referenciado de los planos y esquemas conforme a estas normas tiene un uso más generalizado en el entorno de los automatismos industriales y esquemas de maniobra, pero también debería utilizarse en los esquemas eléctricos convencionales. Este marcado se realiza dentro de un **sistema alfanumérico** que pretende facilitar la comprensión del funcionamiento de los equipos, ejecutar su cableado y facilitar las tareas de mantenimiento y resolución de averías.

Por ejemplo, para el marcado específico para lámparas, se elaborará un sistema dependiendo de su color y el tipo de tecnología utilizada en la iluminación:

Tabla 3.4. Marcado de lámparas

• Si se desea especificar el color	
Rojo	RD o C2
Naranja	OG o C3
Amarillo	YE o C4
Verde	GN o C5
Azul	BU o C6
Blanco	WH o C7
• Si se desea especificar el tipo	
Neón	Ne
Vapor de sodio	Na
Mercurio	Hg
Yodo	I
Electroluminiscente	EL
Fluorescente	FL
Infrarrojo	IR
Ultravioleta	UV

Marcado específico dependiendo del tipo de equipo o material

Tabla 3.5. Marcado por tipo de equipo o material

Material	Referencia	Material	Referencia	Material	Referencia
Alternador	G	Alumbrado	E	Pararrayos	F
Alternador tacométrico	B	Electroimán	Y	Pedal (contacto)	S
Amperímetro	P	Embrague	Y	Placa de bornas	X
Amplificador	A	Grabador	P	Placa (no de serie)	N
Anemómetro	B	Grabador de cintas	D	Puente de diodos, rectificador	V
Aparato grabador	P	Grabador de discos	D	Potenciómetro	R
Aparato indicador	P	Conjunto funcional,		Presostato	B
Aparato mecánico de conexión para circuitos de potencia	Q	subconjunto	A	Toma de corriente	X
Aparato mecánico de conexión para circuitos de control	S				
Aparato mecánico accionado eléctricamente	Y	Clavija	X	Rectificador	V
Avisador luminoso	H	Filtro	Z	Relé de automatismo	K, KA
Avisador acústico	H	Freno electromecánico	Y	Relé temporizado	K, KA
		Fusible	F	Relé polarizado	K, KA
Báscula monoestable, biestable	D			Relé de retención	K, KA
Batería de acumuladores de pilas	G			Relé de protección	F
Bobina de inducción, de bloqueo	L			Relé magnético	F
Caja de pulsadores	S	Generador	G	Relé magnetotérmico	F
Bornero	X	Generador	B	Relé térmico	F
Pulsador	S			Resistencia	R
Cable	W			Seccionador	Q
Detector fotoeléctrico, termoeléctrico	B	Reloj	P	Selector	S
Carga correctiva-filtro	Z			Semiconductor	V
Calefacción	E			*Shunt*	R
Codificador	U			Señalización sonora	H
Combinador	S			Zócalo (de toma)	X
Conmutador	S	Inductancia	L		
Contador de impulsos	P	Instrumento de medida	P		
Contador horario	P	Interruptor de posición	S		
Condensador	C			Termistancia	R
Contactor de potencia	K, KM			Termostato	B
Contactor auxiliar	K, KA			Tiristor	V
Contactor auxiliar temporizado	K, KA			Cajón *(rack)*	N
Contactor auxiliar de retención	K, KA			Transductor	B
Cortocircuito fusible	F	Juego de barras	W	Transformador	T
				Transformador de tensión	T
Demodulador	U	Lámpara	E	Transformador de corriente	T
Detector fotoeléctrico	B	Limitador de sobretensión	F	Tubo electrónico	V
Detector de proximidad	B				
Detector de temperatura	B				
Detector de rotación	B				
Detector de presión	B	Manómetro	B	Varistancia	R
Diodo	V	Materiales varios	E	Voltímetro	P
Disyuntor	Q	Memoria	D	Piloto lumninoso	H
Dispositivo de protección	F	Motor	M		
Dispositivo de umbral de tensión	F				
Dispositivo de puesta en memoria	D				
Dispositivo de señalización	H	Ondulador	U	Vatímetro	P
Dinamómetro eléctrico	B				

Marcado específico para equipos y materiales dependiendo del uso o función que cumplen

Tabla 3.6. Marcado de equipos y materiales por uso o función

Referencia		Ejemplos de materiales
A	Conjuntos, subconjuntos funcionales (de serie)	Amplificador de tubos o de transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómata programable
B	Transductores de una magnitud eléctrica en una magnitud eléctrica o viceversa	Par termoeléctrico, detector termoeléctrico, detector fotoeléctrico, dinamómetro eléctrico, presostato, termostato, detector de proximidad
C	Condensadores	
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización, de puesta en memoria	Operador combinatorio, línea de retardo, báscula biestable, báscula monoestable, grabador, memoria magnética
E	Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F	Dispositivos de protección	Cortocircuito fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima de corriente, de umbral de tensión
G	Generadores Dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo
H	Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, avisador acústico
K	Relés de automatismo y contactores	Se utiliza KA y KM en los equipos importantes
KA	Relés de automatismo y contactores auxiliares	Contactor auxiliar temporizado, todo tipo de relés
KM	Contactores de potencia	
L	Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M	Motores	
N	Subconjuntos (no de serie)	
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato grabador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntor, seccionador
R	Resistencias	Resistencia regulable, potenciómetro, reostato, *shunt*, termistancia
S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, conmutador
T	Transformadores	Transformador de tensión, transformador de corriente
U	Moduladores, convertidores	Discriminador, demodulador, convertidor de frecuencia, codificador, convertidor-rectificador, ondulador autónomo
V	Tubos electrónicos, semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga, lámpara de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador
W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X	Bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, tabilla de bornas, salida de soldadura
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Freno, embrague, electroválvula neumática, electroimán
Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

El referenciado de las **bornas de conexión y terminales** de los dispositivos eléctricos se realiza designando a los contactos principales con una sola cifra: de 1 a 4 si son monofásicos, de 1 a 6 si son trifásicos sin neutro y de 1 a 8 si son trifásicos con neutro.

Los contactos auxiliares de los esquemas de maniobra se referencian con dos cifras. La primera indica el orden del mecanismo en el esquema (excepto si es un 9, que hace referencia a los contactos auxiliares de un relé térmico) y la segunda indica la función: *×1 y ×2 para contactos instantáneos normalmente cerrados, ×3 y ×4 para contactos instantáneos normalmente abiertos, ×5 y ×6 para contactos temporizados normalmente cerrados y ×7 y ×8 para contactos temporizados normalmente abiertos.*

Respecto al método de representación, la escritura y referenciado debe poder ser leída desde los bordes inferior y derecho del documento, con dos orientaciones separadas por un ángulo de 90°, tal como se muestra en las figuras 3.41-3.43:

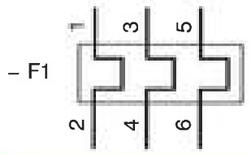


Figura 3.41. *Representación vertical de un relé térmico*

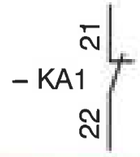


Figura 3.42. *Representación vertical de un contacto auxiliar*

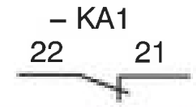


Figura 3.43. *Representación horizontal de un contacto auxiliar*

3.5.3. Leyenda

Para facilitar la interpretación de los planos y esquemas pertenecientes a un proyecto electrotécnico, es muy habitual en la práctica incluir una leyenda de la simbología utilizada, sobre todo cuando esta no se adapte a la normativa establecida o cuando, por las dimensiones de la instalación, se utilice un gran número de símbolos gráficos. Un ejemplo se muestra en la figura 3.44.

3.6. Gestión de la documentación gráfica

La documentación gráfica asociada a un proyecto debe tratarse de manera adecuada. Un proyecto de calidad no es solo aquel que refleja todos los detalles técnicos correctamente; además debe estar presentado respetando las pautas documentales de gestión de archivos.

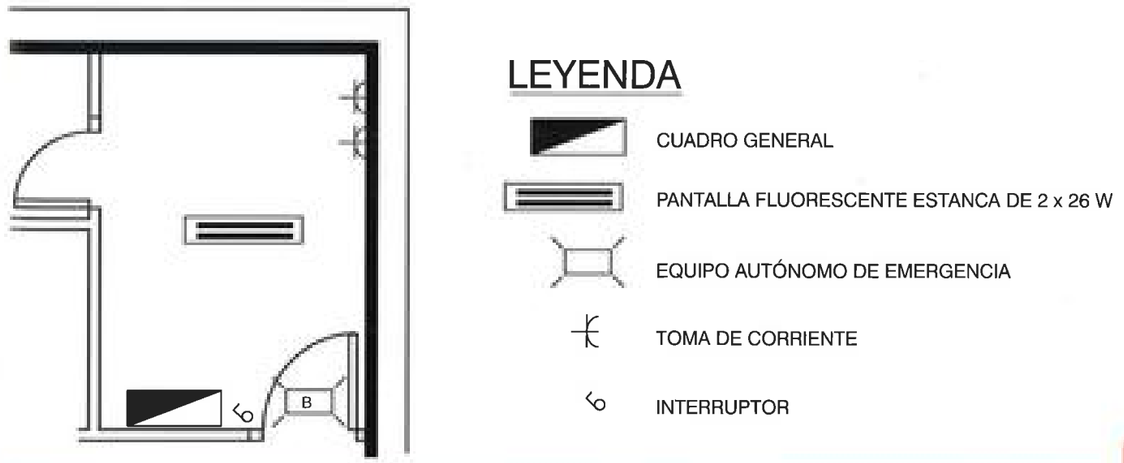


Figura 3.44. *Ejemplo de leyenda incluida en el plano de planta de una instalación eléctrica*

La digitalización de la documentación hace que se estandaricen muchos de los procesos de la gestión de los archivos y que resulte más sencillo utilizar los formatos adecuados a cada plano, croquis o texto. A pesar de las facilidades que nos proporcionan los medios electrónicos actuales, es imprescindible que el encargado de realizar la documentación técnica conozca y aplique determinados conocimientos que permiten que la documentación de cualquier proyecto sea gestionada correctamente durante mucho tiempo después de su realización, y sea comprensible a lo largo de los años por cualquier usuario cualificado que requiera su uso.

3.6.1. Formato

Es la forma y el tamaño del impreso sobre el que se representa el archivo. Es necesario seleccionar el formato adecuado dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a realizar.

Los formatos del papel también están estandarizados, siguiendo la norma alemana DIN 476, que fue base para la europea ISO 216, que ha sido adoptada por la mayoría de los países. Esta norma surge con la finalidad de aprovechar el papel al máximo minimizando los desperdicios por cortes excesivos.

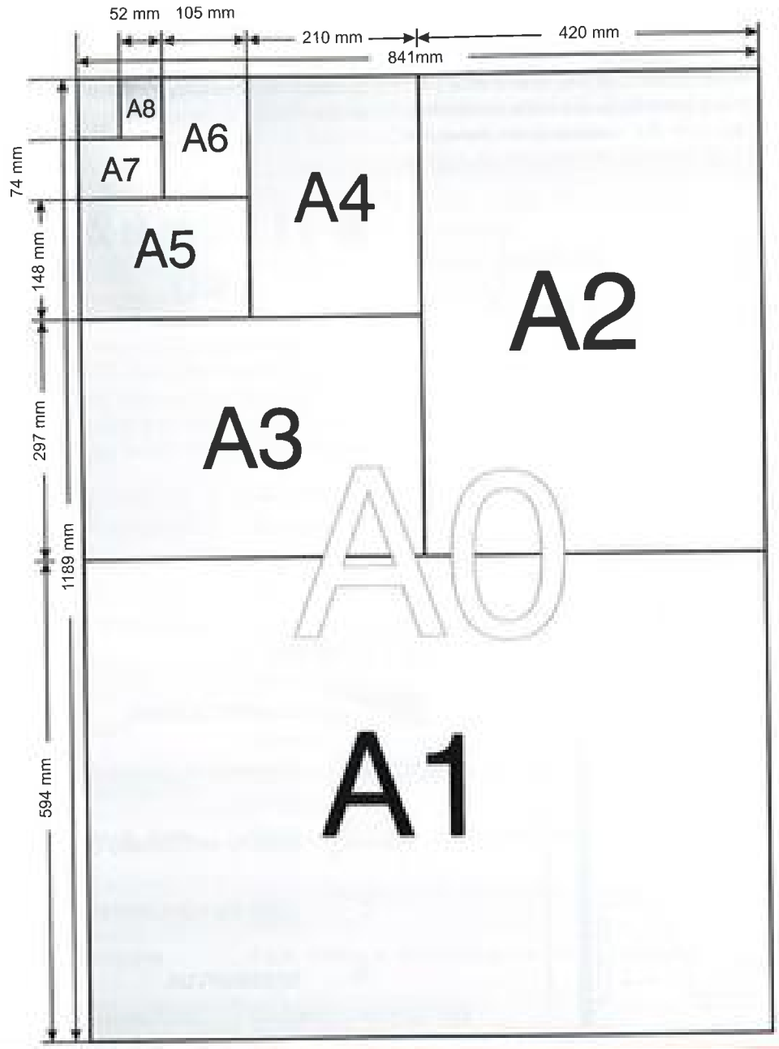


Figura 3.45. *Formatos de papel*

El formato base parte del A0, que es un papel con una dimensión de un metro cuadrado (1.189 mm × 841 mm) y cuya longitud de los lados mantiene una proporción de 1: $\sqrt{2}$. De este modo todos los formatos sucesivos se consiguen plegando el A0 sobre su lado más largo y así se obtiene un A1 con la misma proporción de sus lados (1:$\sqrt{2}$). Si se sigue plegando el obtenido sucesivamente sobre su lado más largo, se obtienen el resto de formatos: el A2, el A3 y así hasta llegar al A8.

3.6.2. Plegado de planos

Una vez elegido el plano más adecuado para representar un determinado componente, se necesita seleccionar el formato que se va a emplear para plasmarlo. Tras haber realizado el plano sobre el formato adecuado, se procede a su doblado para almacenarlo correctamente, evitando así su deterioro. Siempre ha de plegarse de tal forma que su tamaño final sea el de un A4 y que el cuadro de identificación del plano (cajetín) quede en la parte visible.

Los formatos electrónicos no han estado presentes siempre. Cuando estos no existían, o no tenían tanta repercusión en un trabajo con planos, se procedía a almacenar el plano original sin plegar en archivadores con características especiales, los cuales evitan su deterioro manteniéndolo en perfectas condiciones para posteriores usos. Las carpetas usadas para ellos podían tener elementos de fijación en forma de archivador o simplemente guardados uno a uno en carpetas sin quedar anclados. La norma *UNE 1027:1995,* vigente en la actualidad, es la que establece las pautas para el plegado adecuado de planos en los diferentes formatos existentes.

El plegado de los planos varía en función de si van a estar fijados o no.

Plegado con fijación

En este sistema de plegado los planos son perforados por su margen izquierdo para su posterior archivado en sistemas de fijación mecánica de tipo anillas o grapas. La metodología de plegado varía en función del formato.

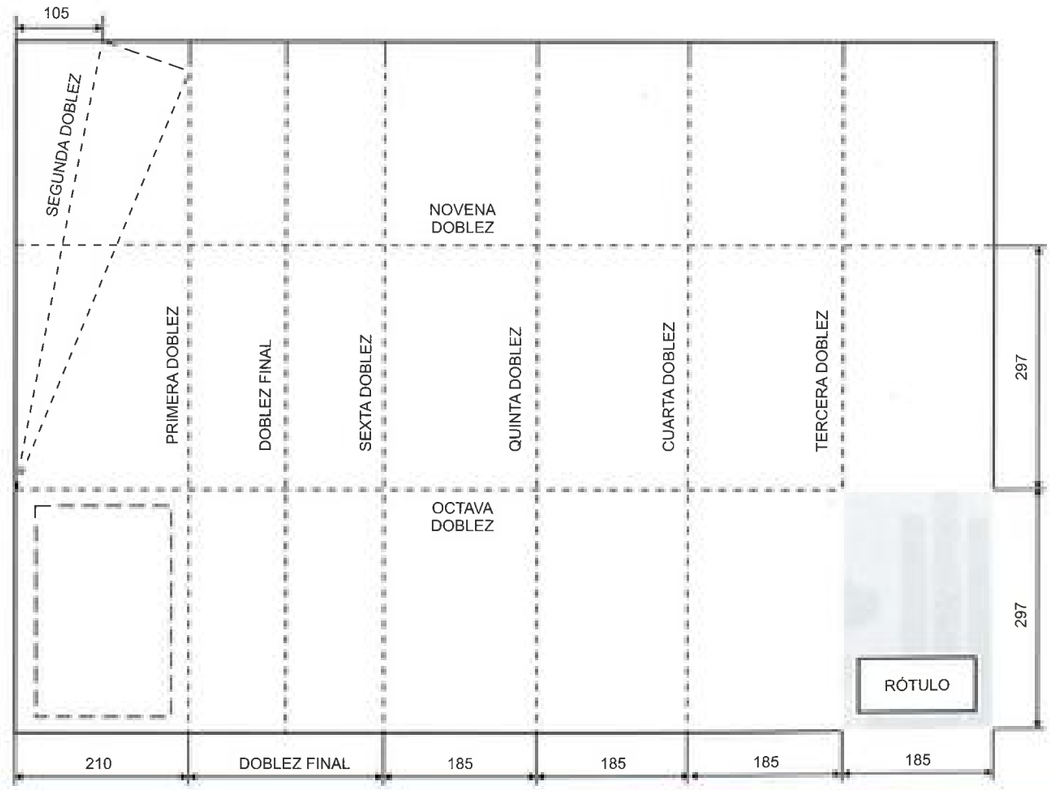


Figura 3.46. *Plegado plano A0*

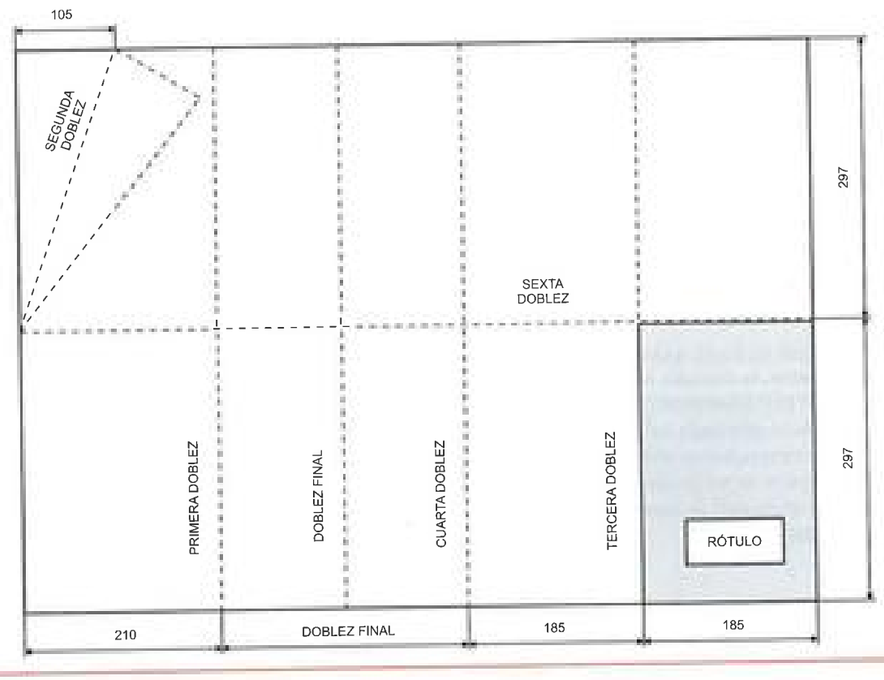


Figura 3.47. *Plegado plano A1*

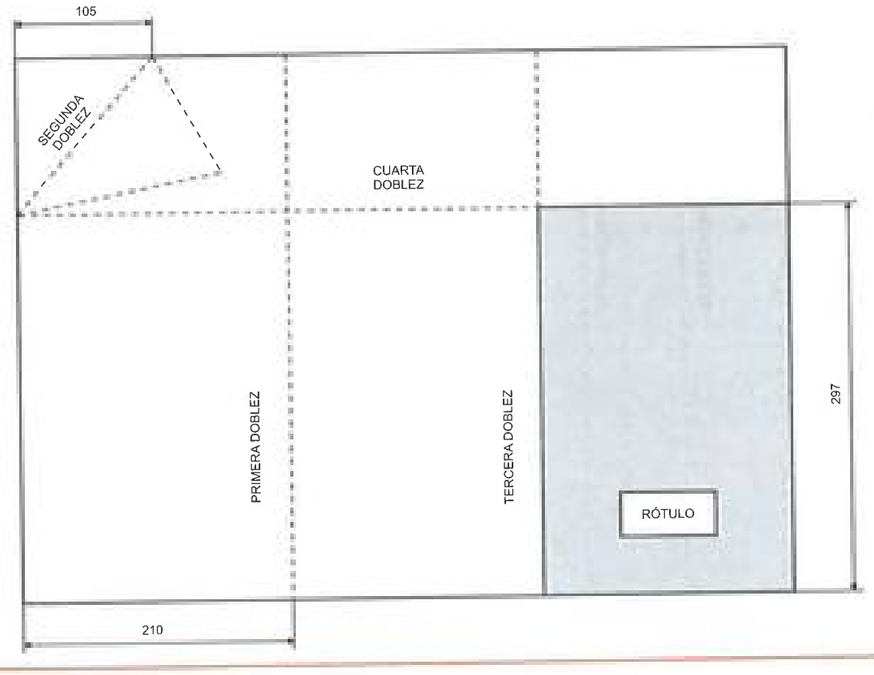


Figura 3.48. *Plegado plano A2*

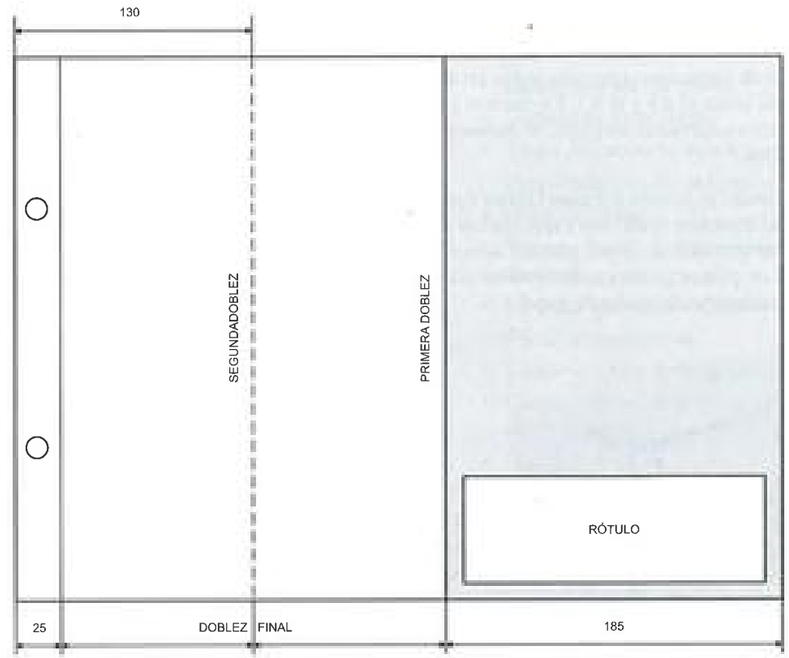


Figura 3.49. *Plegado plano A3*

Plegado sin fijación

Los planos sin fijación mecánica, que van a ser plegados y posteriormente no serán archivados en ningún medio fijo, se pueden plegar de la misma manera que los que sí tienen fijación mecánica. Aunque existen ciertas variantes, resulta válido emplear el mismo método de plegado con la salvedad de que no se realizan las dobleces de la esquina superior izquierda.

Figura 3.50. *Bandejas de almacenamiento*

3.6.3. Conservación de la documentación gráfica

Como ya se ha citado, normalmente se almacenan los planos originales sin plegar para conservarlos en unas condiciones óptimas para su posterior uso o simplemente para almacenarlos sin que sufra deterioros. En caso de ser necesario almacenar los planos sin plegar, existen diferentes medios para proporcionar una conservación adecuada. Los más comunes son: enrollados en tubos, almacenados en bandejas apiladas de tamaños adecuados al plano o colgados en armarios que permiten su disposición en forma de archivador.

Figura 3.51. *Tubos de almacenamiento y transporte*

3.6.4. Impresión de planos y esquemas

Se realiza por medio de impresoras convencionales en caso de formatos comunes como el A4 y el A3. En cambio, para la impresión de planos en formatos mayores, se requiere de equipos especializados.

Para formatos grandes es común utilizar el plóter o *plotter*. Un plóter es una impresora lineal con capacidad de trabajar con archivos en formatos de papel grandes como los tamaños A0 o A1. Los plóters profesionales pueden alcanzar hasta los 157 centímetros de ancho de papel.

Figura 3.52. *Plóter*

3.6.5. Composición del recuadro de un plano

Un plano debe aportar la información gráfica a la persona que lo utiliza con un primer vistazo. Por ello es necesario que posea una composición de fácil comprensión y unos detalles significativos. Cuando un documento contiene varios planos, es bueno seguir unas pautas determinadas, con el fin de que las características básicas para identificar y diferenciar un tipo de plano de otro puedan realizarse de manera rápida y eficaz. Por ello se deben tener en cuenta determinados detalles a la hora de realizar un plano; no todos son de aplicación pues algunos planos carecen de algunos de estos detalles:

1. **Área de dibujo.** Es la zona en la que se sitúa el dibujo, el croquis o la representación. Debe estar encerrada dentro de un marco y no salir nunca de él.
2. **Márgenes.** Delimitan lo que se puede denominar como un marco que encierra el área de dibujo, separándola de los elementos gráficos complementarios. No existen unas medidas estándar, pero, según la norma, nunca deben ser menores de 20 milímetros para los A0 y A1 y de 10 milímetros para los A2, A3 y A4.
3. **Margen de archivo.** En caso de prever archivar el plano, se deja un margen de archivo para la perforación. Ha de tener una anchura mínima de 20 milímetros.

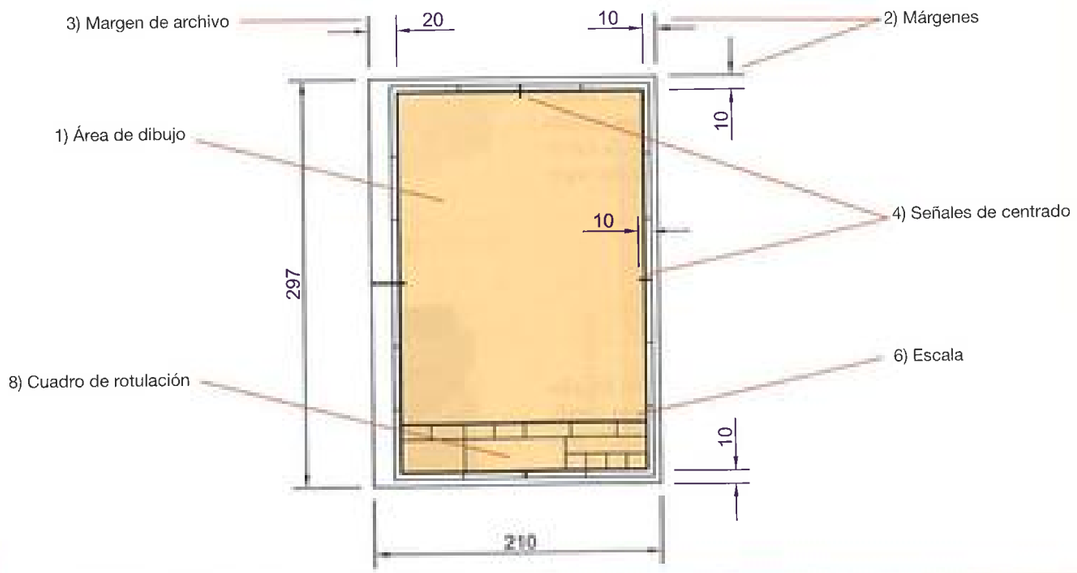


Figura 3.53. *Composición y dimensiones del plano de un proyecto en formato de papel A4*

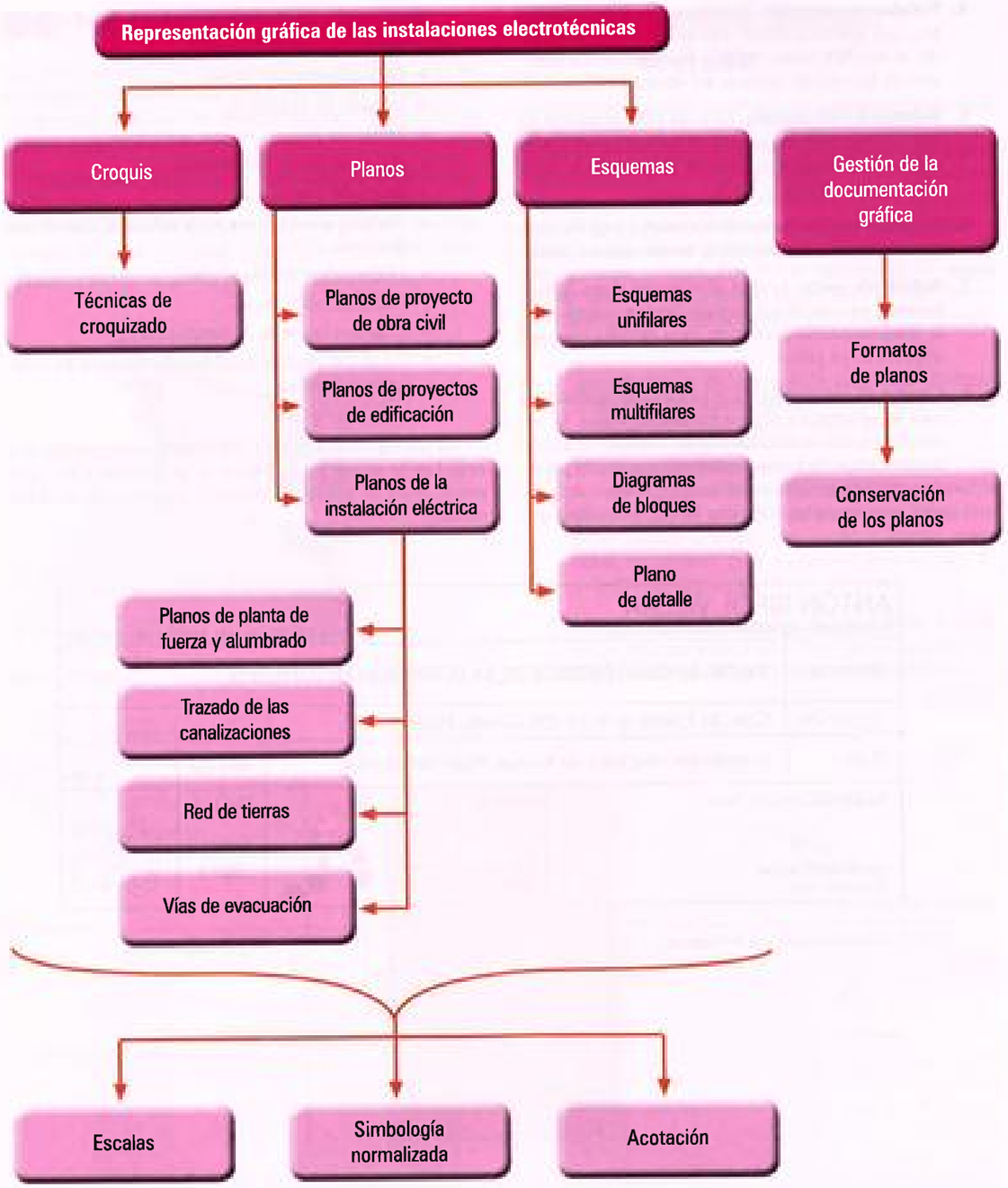
4. **Señales de centrado.** Establecen los ejes de simetría, que son de utilidad para ayudar en el centrado del plano. Son cuatro trazos colocados en los extremos de los ejes de simetría del dibujo.
5. **Señales de orientación.** Se usan principalmente en planos de emplazamiento. Su finalidad es indicar un punto cardinal para su colocación adecuada. Normalmente se señala el norte.
6. **Escala.** Es la graduación de referencia usada en caso de ser necesario; se adjunta la escala métrica usada.
7. **Señales de corte.** Ayudan al corte del plano correctamente, en caso de necesitarlo. Suelen realizarse en la documentación gráfica de gran tamaño que será impresa en un plóter.
8. **Cuadro de rotulación.** Es el cuadro que proporciona toda la información técnica relativa al dibujo. Se conoce coloquialmente como *cajetín* o *bloque de títulos*. Se debe situar en la cara visible en caso de ser plegado y preferiblemente en el margen inferior derecho para su cómoda localización. Es imprescindible que en un cuadro de rotulación queden reflejados, como mínimo, los siguientes datos:

- Denominación del plano.
- Número de plano/hoja.
- Título del proyecto al que pertenece.
- Emplazamiento del proyecto.
- Autor del plano.
- Técnico que lo firma o aprueba (en caso de ser distinto).
- Empresa que realiza el plano (propietario legal).
- Fecha de realización.
- Cliente o titular de la instalación.
- Escala (si procede y no ha sido incluida en el interior del plano).
- Índice de revisión.

La norma UNE-EN ISO 7200:2004, transposición nacional de la norma ISO 7200, es la que establece los campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.

ANTÓN RIPOL VILLAR Estudio de ingeniería BARJUÁN S. L. U.		C/ Nafarroa Kalea, s/n, Barakaldo, Euskadi	
PROYECTO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN EN IMPRENTA		
SITUACIÓN:	Crta. de Toledo, p. k. 14.200, Getafe, Madrid		
PLANO:	Instalación eléctrica de fuerza. Plano de planta	Rev. 02	Escala: 1/50
INGENIERO INDUSTRIAL: ANTÓN RIPOL VILLAR COLEGIADO 19.203	TITULAR: CIVIS Eventos y comunicación www.civis.es info@civis.es	FECHA Agosto 2013	PLANO 06

Figura 3.54. *Ejemplo de cuadro de rotulación*



Actividades de comprobación

3.1. Si en un esquema eléctrico cada circuito se representa por medio de una única línea, se dice que es de tipo:

- **a)** Unificar
- **b)** Unifilar
- **c)** Unifiliar

3.2. ¿Qué expresión se utiliza para indicar que los símbolos en un plano están representados de manera que cualquier persona es capaz de interpretarlos adecuadamente?

- **a)** Se dice que los símbolos están identificados
- **b)** Se dice que los símbolos están autentificados
- **c)** Se dice que los símbolos están normalizados

3.3. ¿Es posible unificar en un solo documento el plano de planta de la instalación eléctrica de alumbrado y el plano de planta de la instalación eléctrica de fuerza?

- **a)** No, en ningún caso
- **b)** Sí, siempre que la información quede suficientemente clara
- **c)** Sí, pero exclusivamente en planos de planta de cubierta y exteriores

3.4. ¿En qué tipo de planos es recomendable incluir líneas continuas o discontinuas que indiquen qué receptores están asociados a qué elementos de maniobra?

- **a)** Planos unifilares
- **b)** Planos de planta
- **c)** Planos asociativos

3.5. Los esquemas multifilares también son denominados:

- **a)** Esquemas funcionales
- **b)** Esquemas ramificados
- **c)** Esquemas compuestos

3.6. ¿Cómo se denomina a la impresora linel con capacidad de trabajar con archivos de gran formato?

- **a)** Pólter
- **b)** Plóter
- **c)** Impresora multifunción

3.7. ¿Cuál de las siguientes indicaciones no puede ser considerada como una norma de acotación?

- **a)** Han de indicarse siempre más cotas de las imprescindibles, para que la interpretación del objeto o dibujo quede lo suficientemente clara y no se produzcan confusiones
- **b)** Los dibujos se acotan según su función, fabricación o verificación
- **c)** Cada elemento se acota una sola vez en el dibujo y siempre se han de colocar sobre la vista que mejor represente el elemento correspondiente

3.8. En el recuadro de un plano, las señales que establecen los ejes de simetría se denominan:

- **a)** Señales de centrado
- **b)** Señales de orientación
- **c)** Señales de corte

3.9. La legislación vigente establece que el recorrido máximo de la vía de evacuación de mayor longitud en un local de pública concurrencia no puede ser superior a:

- **a)** 25 metros
- **b)** 28 metros
- **c)** 32 metros

3.10. ¿Cuáles son las dimensiones establecidas de un papel con formato A4?

- **a)** 210 × 297 cm
- **b)** 210 × 297 mm
- **c)** 290 × 217 mm

3.11. En lo que respecta al marcado de contactos auxiliares en esquemas eléctricos, ¿cómo se referencian los contactos instantáneos normalmente abiertos?

- **a)** ×1 y ×2
- **b)** ×3 y ×4
- **c)** ×5 y ×6

Actividades de aplicación

3.1. Realiza la acotación de la siguiente figura:

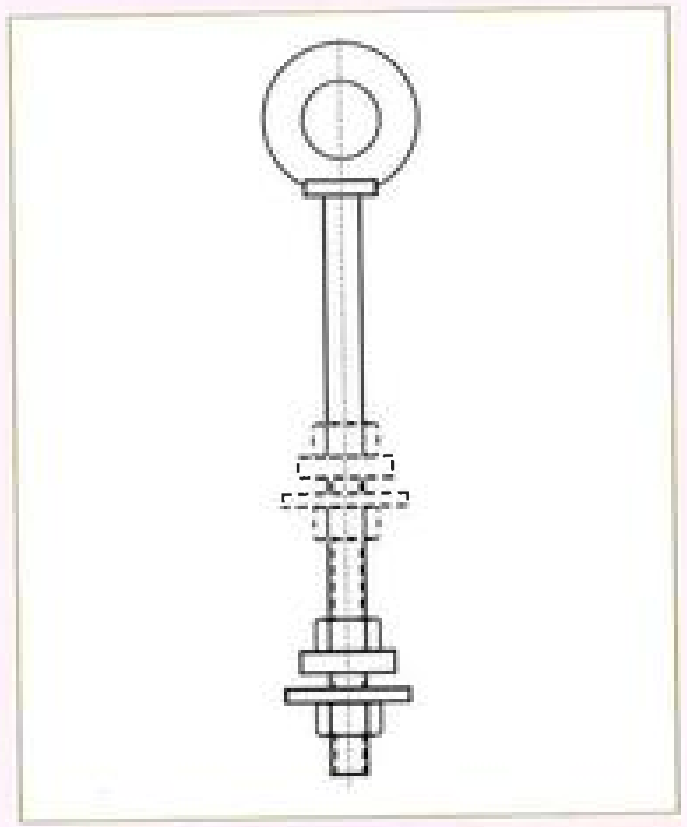


Figura 3.55. *Ejercicio de acotación*

3.2. Realiza la acotación de la siguiente figura. A continuación reproduce esta misma figura a escala 1:2 y a escala 2:1.

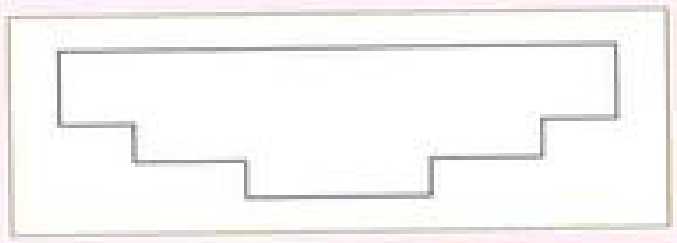


Figura 3.56. *Ejercicio de acotación y escalado*

3.3. Realiza, en formato A4, un plano de la situación general de tu vivienda particular y un croquis aproximado del plano de emplazamiento.

3.4. Dado el siguiente esquema unifilar, responde a las siguientes preguntas:

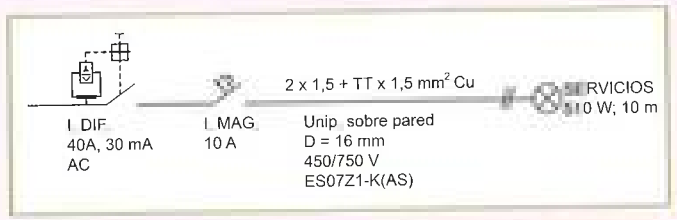


Figura 3.57. *Esquema unifilar*

a) ¿Es un circuito monofásico o trifásico? ¿De qué material son los conductores?
b) ¿Cuál es la longitud de la línea? ¿Y su sección?
c) ¿Qué sensibilidad tiene el interruptor diferencial?
d) ¿Cuál es el diámetro del tubo?
e) ¿Qué potencia tiene el circuito? ¿Qué receptor alimenta?
f) ¿Cuál es la intensidad nominal del interruptor automático?

3.5. Realiza el esquema unifilar correspondiente a la instalación eléctrica de un almacén que consta de:

- Un equipo de medida.
- Un interruptor general de 4 × 40 A.
- Un interruptor diferencial general de 4 × 40 A con sensibilidad de 30 mA.
- Tres circuitos interiores monofásicos de las siguientes características:
  - Circuito 1: tomas de corriente para usos varios protegido por un interruptor automático de 2 × 16 A.
  - Circuito 2: alumbrado ordinario protegido por un interruptor automático de 2 × 10 A.
  - Circuito 3: alumbrado de emergencia protegido por un interruptor automático de 2 × 10 A.

3.6. Representa el símbolo multifilar que se corresponde con un interruptor diferencial trifásico tetrapolar, al que se conectan tres fases y el conductor neutro. Realiza, asimismo, el marcado de sus bornas de conexión.

3.7. Indica el número de papeles de tamaño A4 que serían necesarios para simular un plano de tamaño A0. Toma el número de papeles A4 que has calculado y procede a unir sus extremos mediante cinta adhesiva para simular el plano A0. Una vez tengas preparado el papel A0, mide sus dimensiones para ver si son las adecuadas y procede a realizar el plegado normalizado para esta medida de plano.

4

Elaboración de presupuestos y anexos de cálculos

El presupuesto es una herramienta fundamental de la documentación técnica, necesaria para conocer y afrontar los costes derivados de la ejecución de una instalación.

Sobre las estimaciones realizadas en todo presupuesto influyen directamente los cálculos eléctricos, puesto que de ellos se derivan factores determinantes como la potencia necesaria en la instalación, la longitud y sección del cableado o el número y tipo de luminarias.

En esta unidad se describe la forma de elaborar presupuestos y realizar los cálculos técnicos más comunes para dimensionar adecuadamente las instalaciones eléctricas.

Contenidos

4.1. Estado de mediciones. Presupuesto
4.2. Anexo de cálculos justificativos del diseño
4.3. Cálculos eléctricos
4.4. Justificaciones del proyecto

Objetivos

- Determinar los componentes que conforman el presupuesto de un proyecto.
- Confeccionar presupuestos completos para proyectos de instalaciones eléctricas.
- Identificar los cálculos necesarios para adjuntar a un proyecto o en una memoria técnica de diseño.
- Realizar los cálculos necesarios para dimensionar una instalación eléctrica.

4.1. Estado de mediciones. Presupuesto

Puede definirse «presupuesto» de manera genérica, como los costes que se estiman que serán necesarios para hacer frente a unos determinados cargos.

En el caso concreto de una instalación eléctrica, el presupuesto engloba todos los gastos de material y mano de obra necesarios para llevar a cabo los trabajos definidos en el proyecto.

Las mediciones y el presupuesto tienen como finalidad dar una idea lo más aproximada posible del importe de la realización del proyecto. No se reflejan ni los gastos de explotación ni los de la amortización de la inversión una vez ejecutada.

En términos generales, para determinar el presupuesto de un proyecto, es necesario:

- Identificar y definir las distintas unidades de obra que intervengan.
- Conocer el precio unitario de cada una de ellas.
- Hacer las mediciones de cada unidad de obra.
- Multiplicar el precio unitario de cada unidad por su medición correspondiente.

El presupuesto se compone de los siguientes documentos:

- Estado de mediciones.
- Precios simples o unitarios.
- Precios auxiliares.
- Precios de unidades de obra o precios descompuestos.
- Presupuestos parciales.
- Presupuesto general de ejecución material.
- Presupuesto general de ejecución de contrata.

4.1.1. Estado de mediciones

Se puede definir como el listado de todos los componentes de obra con sus correspondientes unidades. La medición es la determinación de las cantidades o medidas de cada unidad de obra.

Se realiza sobre planos definitivos, aunque en la práctica, al realizar las «mediciones», se suelen solventar incorrecciones en los planos.

Se estructura en capítulos en función de la aplicación o ubicación de los elementos, siguiendo el mismo criterio que en la memoria y el pliego de condiciones.

En ocasiones se recurre a partidas alzadas (difíciles de cuantificar en proyecto). No obstante, deben ser evitadas en lo posible.

4.1.2. Precios simples o unitarios

Son los precios de los componentes más sencillos que, unidos entre sí, configuran una unidad de obra con carácter propio, medible y diferente de otras unidades de obra.

Los precios simples se pueden agrupar en tres conceptos básicos:

- Mano de obra.
- Maquinaria.
- Materiales.

Los precios unitarios son los precios del mercado en materiales, maquinaria y salarios según convenios y repercusiones en lo que respecta a mano de obra.

4.1.3. Precios auxiliares

Son los de los elementos que se realizan a pie de obra y componen la base para formar los elementos simples o unitarios (hormigones, morteros, pasta de yeso…).

4.1.4. Precios de unidades de obra o precios descompuestos

Son los precios de los elementos que configuran una unidad de obra, y en la proporción en que cada elemento forma parte de la unidad. Tendremos así el precio de cada una de las diferentes unidades de obra que son objeto de medición separadamente, para su evaluación y abono al contratista.

El precio de la unidad de obra lo conforman la suma de los costes directos y los costes indirectos.

- **Costes directos:** mano de obra, materiales y maquinaria.
- **Costes indirectos:** edificaciones temporales, personal adscrito temporalmente, imprevistos y otros.

Los costes directos se calculan directamente a partir de los precios unitarios. En cambio, los indirectos se pueden calcular de las siguientes maneras:

- Porcentajes sobre costes directos: se aplican a todas las unidades de obra y son determinados por el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, del presupuesto y del plazo de ejecución. El porcentaje suele oscilar entre un 1% y un 5%.
- Presupuestos valorados: de esta manera se añaden directamente para obtener un precio total. La valoración puede aparecer directamente en la unidad de obra, o estar ya incluida en otros conceptos de dicha unidad y no aparecer explícitamente. Por ejemplo, puede determinar un coste de mano de obra indirecta en un 10% de la mano de obra directa. Este coste se incluye directamente en mano de obra directa estableciéndola en 1,1. De este modo no aparece el concepto de mano de obra indirecta.
- Partidas alzadas: son costes indirectos que se evalúan de acuerdo con la experiencia del proyectista que conoce unos costes estándar aproximados para cada tipo de unidad, cuando ello sea necesario.

4.1.5. Presupuestos parciales

Para controlar correcta y fácilmente los presupuestos, se pueden realizar presupuestos parciales, que dividen el presupuesto en los capítulos en los que se puede subdividir una obra. En este caso uno de estos presupuestos parciales conformará el presupuesto de instalaciones eléctricas.

Estos presupuestos parciales son útiles para realizar distintas subcontrataciones en una obra.

4.1.6. Presupuesto general de ejecución material

El presupuesto general de ejecución material será la suma de todos los presupuestos parciales, es decir, la suma de todas las unidades de obra existentes, por su precio, más las partidas alzadas. Se puede considerar como el presupuesto sin incluir gastos generales, beneficio industrial, honorarios ni impuestos.

4:1.7. Presupuesto general de ejecución de contrata

Este presupuesto se obtiene sumando al presupuesto de ejecución material los siguientes conceptos:

- Gastos generales y gastos de empresa: entre un 16% y un 20% del presupuesto de ejecución por contrata. Estos gastos comprenden los gastos financieros, cargos fiscales, tasas de la administración y amortización de inmobiliario.
- Beneficio industrial: un 6% aplicado sobre el presupuesto de ejecución material.

4.1.8. Revisión de precios

Determinados proyectos pueden incluir, en el pliego de condiciones particulares y económicas, una cláusula de revisión de precios.

> El valor final obtenido en el presupuesto de un proyecto eléctrico influye sobre el propio precio del proyecto y sobre el precio de la tramitación y legalización de la instalación.

4.1.9. Formato de cuadro de precios y mediciones

A continuación se describen los campos que componen una tabla de presupuesto estándar usada comúnmente:

- **Código:** también se puede denominar partida. Es el código que se le asigna al material o a la acción en función de su designación dentro del estado de mediciones.

Tabla 4.1. Pantilla para presupuesto tipo

Código	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio de unidad	Importe

- **Unidad:** unidad en la que se mide la partida: unidades (Ud), metros lineales (m), metros cuadrados (m^2), etcétera.
- **Concepto:** descripción del componente. Se puede crear un título para definir subapartados relacionados entre sí. Puede incluir un texto más detallado como explicación de los trabajos o materiales.
- **Cantidad:** define la cantidad de la partida en su correspondiente unidad asignada previamente.
- **Precio unidad:** es el precio unitario de la partida en euros.
- **Importe:** coste total expresado en euros. Se indica la cantidad total sin IVA y con IVA.
- **Resumen:** al final de cada capítulo se puede hacer un sumatorio de los costes. Al final del presupuesto se realiza un resumen con los costes de cada capítulo, los porcentajes que ocupan en gastos y precios definitivos sin IVA y con IVA.

A pesar de contener informaciones similares, pueden ser necesarios, en función del tipo de presupuesto que se realice, otros conceptos para incluir en él. Las siguientes tablas muestran los datos básicos que deberían aparecer en las mediciones y presupuesto.

Tabla 4.2. Diferentes modelos de tablas de mediciones y presupuesto

Mediciones							
Partida	Concepto	Partes iguales	Dimensiones			Resultados	
			Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Totales

Presupuesto general				
Partida	Concepto	Unidades	Precio unidad	Importe

Mediciones y presupuesto									
Partida	Concepto	Partes iguales	Dimensiones			Resultados		Importes	
			Longitud	Anchura	Altura	Parcia-les	Totales	Unitario	Total

© Ediciones Paraninfo
© Ediciones Paraninfo

Tabla 4.3. Extracto de presupuesto incluido en un proyecto de instalación eléctrica en baja tensión

Código	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio unidad	Importe
5		Instalación eléctrica			
5.001	Ud	Punto de luz sencillo	18	4,59	82,62
		Instalación de punto de luz sencillo con			
		caja de registro. Incluye caja de mecanismo			
		con tornillería e interruptor			
5.002	Ud	Base de corriente sencilla	42	5,38	225,96
		Instalación de enchufe monofásico con			
		toma de tierra con caja de registro			
		Incluye caja de mecanismo con tornillería			
...		...			...
...		...			...
5.032	m	Derivación individual	16	11,32	181,12
		Derivación individual de 4 × 6 mm²			
		Enlace del contador hasta el dispositivo			
		de mando y protección, bajo tubo de PVC			
		rígido de 25 mm de diámetro. Sistema			
		monofásico más conductor de protección			
...		...			...
...		...			...
		Instalación eléctrica		Total Cap. 5	4.536,14
Capítulo		Resumen	%	Total sin IVA	Total
Cap. 1		Trabajos previos	8,06	1.256,04	1.519,81
Cap. 2		Albañilería	17,87	2.785,10	3.369,97
Cap. 3		Solados y alicatados	6,01	936,88	1.133,62
Cap. 4		Instalación de fontanería	1,55	241,53	292,25
Cap. 5		Instalación eléctrica	29,11	4.536,14	5.488,73
Cap. 6		Carpintería	24,29	3.784,91	4.579,74
Cap. 7		Pintura	11,46	1.785,87	2.160,90
Cap. 8		Limpieza	1,64	255,00	308,55
			Importe	**15.581,47**	**18.853,58 €**

Actividad propuesta

4.1. Realiza una tabla de presupuestos lo más completa posible siguiendo las pautas expuestas en el tema para la siguiente situación, con los datos que se aportan y determinando la composición más adecuada para la instalación:

Se tiene previsto instalar la derivación individual aguas arriba de una vivienda con grado de electrificación elevado en la que se instala un cuadro tipo y se cablean las líneas para 10 puntos de luz (7 de ellos conmutados), 20 puntos de corriente básicos, circuito para secadora y para aire acondicionado y una toma de corriente de 25 A para horno y vitrocerámica. La superficie de la vivienda es de 90 m^2. Estima los datos y mediciones que consideres necesarios para completar correctamente el presupuesto.

Tipo	Precio sin IVA
Cuadro tipo 3.680 W	78,32 €
Cuadro tipo 4.600 W	97,12 €
Cuadro tipo 5.750 W	112,34 €
Cuadro tipo 9.200 W	173,12 €
Caja de mecanismos	0,78 €
Conmutador	1,47 €
Base de toma de corriente con toma de tierra 16 A	2,23 €
Base de toma de corriente sin toma de tierra 16 A	2,02 €
Base de toma de corriente con toma de tierra 20 A	3,33 €
Base de toma de corriente sin toma de tierra 20 A	3,08 €
Base de toma de corriente con toma de tierra 25 A	4,23 €
Base de toma de corriente sin toma de tierra 25 A	4,01 €

Tipo	Precio sin IVA
Rollo de cable de 25 m de 1,5 mm^2	5,30 €
Rollo de cable de 25 m de 2,5 mm^2	6,40 €
Rollo de cable de 25 m de 4 mm^2	6,90 €
Rollo de cable de 25 m de 6 mm^2	7,50 €
Rollo de cable de 25 m de 10 mm^2	8,00 €
Interruptor magnetotérmico de 2 x 10 A	3,46 €
Interruptor magnetotérmico de 2 x 16 A	4,28 €
Interruptor magnetotérmico de 2 x 20 A	5,24 €
Interruptor magnetotérmico de 2 x 25 A	5,77 €
Interruptor magnetotérmico de 2 x 40 A	6,13 €
Interruptor diferencial de 2 x 25/30 mA	11,34 €
Interruptor diferencial de 2 x 40/30 mA	17,56 €

4.2. Anexo de cálculos justificativos del diseño

El anexo de cálculos de un proyecto electrotécnico, o en su defecto, la hoja de características y cálculos de una Memoria Técnica de Diseño, es uno de los contenidos más determinantes de la documentación técnica, necesario para dimensionar adecuadamente la instalación eléctrica. Este apartado del proyecto recoge todos cálculos efectuados que han sido necesarios para obtener los resultados expuestos en los diferentes apartados de la memoria descriptiva.

El anexo de cálculos debe contener, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Datos de partida
- Hipótesis y condiciones de cálculo
- Formulas a emplear
- Coeficientes de aplicación
- Coeficientes de seguridad
- Factores de corrección
- Factores de simultaneidad

© Ediciones Paraninfo

Tabla 4.4. Extracto de los datos de partida utilizados en un proyecto de baja tensión

Conductividades (en m/Ω-mm^2) para materiales conductores a distintas temperaturas			
Material	**Cobre**	**Aluminio**	**Almelec *(Al-Mg-Si)***
γ_{20}	56	35	31
γ_{70}	48	30	26
γ_{90}	44	28	24
α (ºC^{-1})	0,00392	0,00403	0,00360

Tomando como referencia los parámetros mencionados, se han de realizar todos los cálculos necesarios y justificar las soluciones adoptadas a partir de ellos, que influirán directamente en características de la instalación tales como el número de circuitos, la sección y longitud de los conductores a emplear, el diámetro de las canalizaciones, el número y tipo de luminarias de alumbrado ordinario o de emergencia o las características de los dispositivos de protección, así como en otros documentos del proyecto, como el presupuesto o los planos y esquemas de la instalación. Las tasas y pagos que es necesario abonar para tramitar y legalizar un proyecto, que serán estudiadas en la unidad 6, también dependen directamente de los valores obtenidos en el anexo de cálculos.

Las condiciones económicas asociadas a la documentación técnica de una instalación dependen directamente de los resultados derivados del anexo de cálculos.

Al realizar los cálculos, será necesario especificar la base de cálculo definiendo la hipótesis de trabajo que se considere adecuada. Por norma general, la hipótesis de trabajo utilizada por defecto será **el caso más desfavorable**, puesto que de esta manera se garantiza la seguridad de las instalaciones ante cualquier variable externa.

También deben ser indicados los extractos de las normas o reglamentos a partir de los cuales se han establecido dichas bases del cálculo o se han obtenido los coeficientes y factores de aplicación.

En conclusión, la ejecución de una instalación eléctrica de manera adecuada está sujeta a la aplicación en campo de los cálculos diseñados en el proyecto. A continuación se exponen los cálculos justificativos asociados a los proyectos y las Memorias Técnicas de Diseño, y se desarrollan los métodos para obtenerlos.

Tabla 4.5. Cálculos y justificaciones asociadas a los proyectos y Memorias Técnicas de Diseño

Cálculos eléctricos	Previsión de cargas (potencia)	
	Cálculos de las líneas	Numero de circuitos y secciones de los conductores a emplear
		Características y diámetros de los tubos para canalizaciones
		Características de los dispositivos de corte y protección adoptados
	Cálculo de la caída de tensión	
	Cálculo de la intensidad de cortocircuito	
	Dimensionado de la instalación de puesta a tierra	Estimación del valor de la resistencia de puesta a tierra
		Sección de los conductores
Otros cálculos y justificaciones asociadas al proyecto (solo cuando procedan)	Cálculo de ocupación o aforo	
	Cálculos de iluminación	Alumbrado ordinario
		Alumbrado de emergencia
	Cálculos relativos a la eficiencia energética en alumbrado exterior	
	Cálculos justificativos de la ventilación natural o forzada	

4.3. Cálculos eléctricos

Son la *columna vertebral* de todo proyecto o Memoria Técnica de Diseño relacionada con las instalaciones electrotécnicas.

Los resultados obtenidos resultan fundamentales para el desarrollo de los contenidos de la documentación técnica, así como para dimensionar la instalación eléctrica y justificar las soluciones adoptadas. A raíz de estos cálculos, basados en fórmulas y estimaciones matemáticas, se obtienen parámetros fundamentales. Algunos de ellos son la intensidad y potencia prevista que demandará cada línea de la instalación, la sección mínima de los conductores, el nivel de aislamiento para evitar descargas, el calibre de los dispositivos de protección necesarios para garantizar la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, el valor de la caída de tensión total y parcial que garantice que se respetan los valores indicados por el Reglamento correspondiente, las características de las canalizaciones, la intensidad máxima de cortocircuito que podría aparecer en la instalación en caso de defecto o el valor estimado de puesta a tierra que asegure la protección de las personas frente a contactos eléctricos directos e indirectos.

4.3.1. Previsión de potencia

Para realizar el cálculo de la potencia prevista en una determinada instalación, deberá tenerse en cuenta lo indicado en la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, que establece la siguiente clasificación de los lugares de consumo:

- Edificios destinados principalmente a viviendas.
- Edificios comerciales o de oficinas.
- Edificios destinados a una industria específica.
- Edificios destinados a una concentración de industrias.

Grado de electrificación y previsión de carga en las viviendas

Las viviendas se dividirán en dos grados de electrificación: grado de **electrificación básica,** para un uso común de los electrodomésticos y grado de **electrificación elevada,** para viviendas con previsión de uso de equipos de calefacción eléctricos o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de vivienda mayores de 160 m^2.

La previsión de potencia para grado de electrificación básica no debe ser inferior a 5.750 W y, para grado de electrificación elevada, la potencia prevista tendrá un mínimo de 9.200 W.

Carga total correspondiente a un edificio destinado preferentemente a viviendas

La carga total correspondiente a un edificio de viviendas se obtiene al realizar la suma de las potencias previstas para el conjunto de viviendas, los servicios generales del edificio, los locales comerciales y los garajes que forman parte del mismo.

Esta previsión de potencia se calcula de acuerdo con los siguientes apartados:

- **Carga correspondiente a un conjunto de viviendas**

  Se obtiene al multiplicar la potencia media del conjunto de viviendas por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 4.6, sin incluir a las viviendas con tarifa nocturna, cuyo coeficiente es siempre 1.

Tabla 4.6. Coeficiente de simultaneidad correspondiente a un conjunto de viviendas

N.º de viviendas	Coeficiente de simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n > 21	15,3 + (n – 21) · 0,5

© Ediciones Paraninfo

- **Carga correspondiente a los servicios generales**

  Es la suma de las potencias previstas en ascensores, aparatos elevadores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de portal, caja de escalera y espacios comunes, sin aplicar ningún factor de reducción, es decir, factor de simultaneidad 1.

- **Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas**

  Se calcula considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V y aplicando un coeficiente de simultaneidad de 1.

- **Carga correspondiente a los garajes**

  Se calcula considerando un mínimo de 10 W por metro cuadrado y planta para garajes de ventilación natural y de 20 W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3.450 W a 230 V y un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias

La previsión de carga se obtiene como se indica a continuación, en función del tipo de edificio:

- **Edificios comerciales o de oficinas**

  Se calcula considerando un mínimo de 100 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 3.450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

- **Edificios destinados a concentración de industrias**

  Se calcula considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10.350 W a 230 V y un coeficiente de simultaneidad 1.

Para el resto de instalaciones y edificaciones que no se encuentren contempladas, o en caso de que se desee una previsión de carga más exhaustiva, la potencia total será la suma de todos los receptores incluidos en el proyecto, o bien la suma de las potencias máximas admisibles asociadas a los interruptores automáticos que protegen a cada uno de los circuitos. Para determinar estos valores, se realizará un estudio previo de las necesidades existentes, así como de futuras ampliaciones, quedando finalmente fijados los receptores con sus potencias.

En este sentido, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Si hay un motor en la instalación, su potencia debe multiplicarse por un factor de corrección igual a 1,25.
- ✓ Si hay varios motores en un mismo circuito, su potencia total será la del motor de mayor potencia multiplicado por un factor de corrección igual a 1,25, más la potencia de todos los demás motores sin aplicar factor de corrección.
- ✓ La potencia de los aparatos elevadores (ascensores, grúas, montacargas, etc.) debe multiplicarse por un factor de corrección igual a 1,3.
- ✓ La potencia de las lámparas de descarga debe multiplicarse por un factor de corrección igual a 1,8.
- ✓ Al realizar el sumatorio de las potencias, se pueden aplicar **factores de simultaneidad o utilización** a diversas cargas y circuitos siempre que el proyectista lo considere oportuno.

Es una práctica muy común adjuntar tablas que indiquen las diferentes superficies del local con sus correspondientes densidades de potencia, así como una relación de la potencia instalada que tiene cada una de las salidas de los cuadros eléctricos. Una vez estimada la potencia prevista, se pueden aplicar los factores de utilización o factores de simultaneidad que determinen la potencia que consumirá la instalación, para realizar una estimación de la potencia que se deberá contratar a la compañía suministradora de energía eléctrica.

Tabla 4.7. Ejemplo de previsión de potencia en un proyecto eléctrico de baja tensión

Potencia total prevista	
Caldera	2.000 W
Alumbrado 1	500 W
Alumbrado 2	500 W
Fuerza 1	2.500 W
Fuerza 2	1.500 W
Fuerza 3	1.500 W
Fuerza 4	1.500 W
Fuerza 5	2.500 W
Potencia total alumbrado	1.000 W
Potencia total fuerza	11.500 W
Total	12.500 W

Actividad propuesta

4.2. Realiza el cálculo de la potencia total estimada en el ejemplo de la tabla 4.6 suponiendo un factor de utilización para los circuitos de alumbrado del 0,9 y un factor de utilización para los circuitos de fuerza del 0,7.

Indica la potencia que contratarías (según los ICP normalizados por las compañías eléctricas) en las dos situaciones anteriores, antes y después de aplicar el factor de utilización.

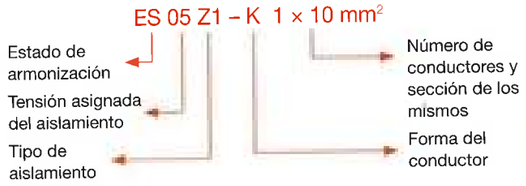
4.3.2. Cálculos y características de las líneas

En lo que respecta al cálculo y características de las líneas, se deben indicar los siguientes parámetros para cada uno de los circuitos:

- **Potencia máxima admisible:** la asociada al interruptor automático o fusible de seguridad que protege la línea.
- **Potencia instalada:** la correspondiente a la suma de todos los receptores conectados a ese circuito.
- **Factor de potencia (cos φ):** puede ser estimado o conocido, según el tipo de receptor conectado. Si no se dispone de un valor estimado, se pondrá por defecto un factor de potencia igual a 1.
- **Tensión:** la que se le suministre al circuito (generalmente será 230 si es monofásico o 400 si es trifásico).
- **Longitud:** distancia total que recorre el cableado de la línea.
- **Intensidad nominal:** se obtiene a partir de la potencia instalada y define la intensidad que circulará por la línea en condiciones normales.
- **Intensidad máxima admisible:** es la máxima intensidad que podría circular por los conductores del circuito sin que se produzcan sobrecalentamientos peligrosos.
- **Intensidad del dispositivo de protección:** la intensidad y número de polos asociados al interruptor automático o fusible de seguridad que protege la línea.
- **Número y sección de los conductores:** se obtiene en función de la intensidad máxima admisible y de la caída de tensión.
- **Nivel de aislamiento:** generalmente tendrá un valor asignado de 450/750 V o 0,6/1 kV dependiendo de las características de la instalación.
- **Caída de tensión:** expresada en voltios y en valor porcentual. Suele indicarse tanto la caída de tensión de cada circuito como la caída de tensión acumulada con respecto a las líneas localizadas *aguas arriba*.
- **Características de las canalizaciones:** número y tipo de canalizaciones, diámetros de los tubos, sección de las bandejas, etcétera.

También debe quedar reflejado, en el anexo de cálculos o en el pliego de condiciones técnicas, las características nominales de los conductores empleados en cuanto a tensión asignada, sección, metal conductor (Normas UNE 21027, UNE 21031, UNE 21153, UNE 211002 y UNE-EN 50214), así como las características aplicables al tipo de aislamiento en lo relativo a la propagación de incendios, emisiones de humo y opacidad reducida (Normas UNE 21123 y UNE 21102).

La designación de los conductores se realiza atendiendo al siguiente criterio:


ES 05 Z1 – K 1 × 10 mm²
Estado de armonización
Tensión asignada del aislamiento
Tipo de aislamiento
Número de conductores y sección de los mismos
Forma del conductor

El significado de los códigos alfanuméricos que definen las características de los conductores se detalla en la tabla 4.8.

Cálculo de la intensidad nominal

La intensidad nominal es la intensidad de trabajo, aquella para la que un circuito o receptor eléctrico está diseñado para funcionar en condiciones normales. El calibre de los dispositivos de protección de cada uno de los circuitos de una instalación eléctrica dependerá de la intensidad nominal que se haya calculado. La sección de los conductores también se verá condicionada por este parámetro, así como por las caídas de tensión.

La intensidad nominal de un circuito depende de la potencia de los receptores conectados, de su factor de potencia y de la tensión de alimentación, tal como se muestra en las siguientes fórmulas de aplicación:

Para circuitos monofásicos:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

Tabla 4.8. Códigos de designación de los conductores eléctricos

DESIGNACIÓN NORMALIZADA DE CABLES TENSIÓN ASIGNADA Uo/U.-450/750 V CONFORME A UNE 21031, UNE 21027, UNE 211002			
Número	**Descripción**	**Sigla símbolos**	**Significado**
1	Estado de armonización	H ES o ES-N A	Cable tipo armonizado Cable tipo nacional Cable tipo nacional autorizado por CENELEC
2	Tensión asignada	01 03 05 07	Uo/U.-100/100 V Uo/U.-300/300 V Uo/U.-300/500 V Uo/U.-450/750 V
3	Tipo de aislamiento	V V2 V3 V4 B G N2 R S Z Z1	Policroruro de vinilo (PVC) Mezcla de PVC (servicio a 90 °C) Mezcla de PVC (servicio a baja temperatura) PVC reticulado Goma de etileno propileno Etileno-acetato de vinilo Mezcla de policloropreno Goma de estireno-butadieno Goma de silicona Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos Mezcla termoplástica de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos
4	Cubierta	V V2 V4 V5 B G N N4 N8 Q J R S Z	Policroruro de vinilo (PVC) Mezcla de PVC (servicio a 90 °C) PVC reticulado Mezcla de PVC (resistente al aceite) Goma de etileno propileno Etileno-acetato de vinilo Policloropreno Polietileno clorosulforado Policloropreno resistente al agua Poliuretano Trenaza de fibra de vidrio Goma de estireno-butadieno Goma de silicona Mezcla reticulada de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos
5	Forma del conductor (separado por un guion)	-U -R -F -H -K -D -E	Rígido circular de un solo alambre (clase 1) Rígido circular de varios alambres (clase 2) Flexible para servicios móviles (clase 5) Extraflexible (clase 6) Flexible para instalación fija (clase 5) Flexible para utilizar en máquinas de soldar Muy flexible para utilizar en máquinas de soldar
6	Número de conductores Sección	N X G mm²	Número de conductores (1, 2, 3, ..., n) «X» si no existe conductor amarillo/verde (conductor de protección) «G» si existe conductor amarillo/verde (conductor de protección) Sección nominal

Para circuitos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

I = Intensidad nominal (A)
P = Potencia (W)
U = Tensión de alimentación (V)
$\cos \varphi$ = Factor de potencia

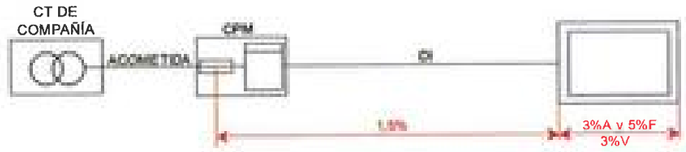
Es imprescindible verificar que la intensidad nominal de un determinado circuito sea inferior a la intensidad máxima admisible del cable, para evitar sobrecalentamientos, e inferior también al calibre del dispositivo de protección, para evitar disparos por exceso de potencia. Debe existir un equilibrio entre estos tres valores para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación, tal como se indica a continuación:

$$I_{\text{NOMINAL DEL CIRCUITO}} < I_{\text{DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN}} < I_{\text{MÁXIMA ADMISIBLE DEL CONDUCTOR}}$$

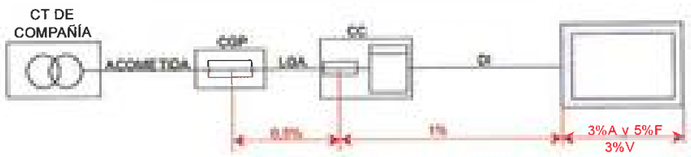
Cálculo de la caída de tensión

La sección de los conductores utilizados en una instalación se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización no supere los valores mínimos especificados en el Reglamento de Baja Tensión. Con esto se asegura que todos los receptores de la instalación reciban un nivel de tensión mínima que les permita permanecer en estado de funcionamiento normal sin presentar problemas.

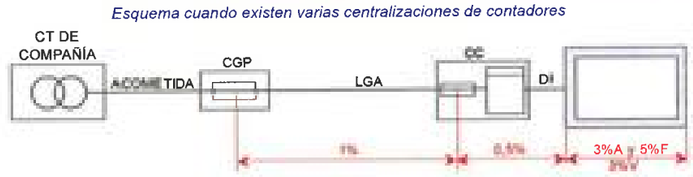
Esquema para un único usuario



Esquema para una única centralización de contadores



Esquema cuando existen varias centralizaciones de contadores



Esquema de una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio

Leyenda:
A: circuitos de alumbrado
F: circuitos de fuerza
V: circuitos interiores de viviendas
CPM: caja de protección y medida
CGP: caja general de protección
CC: centralización de contadores
LGA: línea general de alimentación
DI: derivación individual

Figura 4.1. *Esquema resumen de las caídas de tensión máximas admisibles, expresadas en valor porcentual con respecto a la tensión de alimentación*

© Ediciones Paraninfo

Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. Para cada uno de los circuitos interiores de una instalación eléctrica, así como en las derivaciones individuales y en las líneas generales de alimentación cuando proceda, se debe realizar el correspondiente cálculo que asegure el cumplimiento de la caída de tensión máxima. Las fórmulas aplicables para obtener dicho parámetro son las siguientes:

Para circuitos monofásicos:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot U \cdot S}$$

Para circuitos trifásicos:

$$e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot U \cdot S}$$

Donde:

e = Caída de tensión (V)
P = Potencia (W)
L = Longitud del circuito (m)
γ = Conductividad del conductor (m / Ω · mm²)
(Cu = 56; Al = 35, a 20º C)
U = Tensión de alimentación (V)
S = Sección del conductor (mm²)

Es imprescindible verificar que la caída de tensión obtenida en cada uno de los circuitos, o su compensación final, no supera los límites establecidos en el esquema de la figura 4.1. El resultado final del cálculo puede expresarse en ***valor de tensión (V)*** o en ***valor porcentual (%)*** con respecto a la tensión de alimentación.

Cuando la caída de tensión en los circuitos de la instalación interior sea superior al límite admisible, por ejemplo en viviendas pequeñas, se podrá **compensar** su valor con el de la derivación individual, y viceversa. Por este motivo resulta muy útil calcular tanto la caída de tensión total como las caídas de tensión parciales.

4.3.3. Ejecución y presentación de los resultados

Todos los cálculos eléctricos justificativos de una instalación eléctrica descritos hasta este punto, así como las características técnicas de los conductores, deben quedar reflejados para todos y cada uno de los circuitos. En pequeñas instalaciones (generalmente las que requieren una Memoria Técnica de Diseño para su legalización) los cálculos pueden ser realizados manualmente; sin embargo, en las instalaciones que cuentan con un gran número de circuitos, resultaría un trabajo muy laborioso y repetitivo.

En estos casos se utilizan programas informáticos específicos para el cálculo de instalaciones eléctricas, lo que simplifica el trabajo y minimiza el número de errores. Dependiendo del programa, los resultados pueden mostrarse dentro de una tabla general o de manera individual para cada uno de los circuitos (tabla 4.9).

4.3.4. Cálculo de la intensidad de cortocircuito

El cálculo de la intensidad de cortocircuito (Icc) define la máxima corriente que podría aparecer en un punto determinado de la instalación eléctrica en caso de que se produjese accidentalmente una sobreintensidad de tipo magnético.

Este parámetro puede ser obtenido para cada uno de los circuitos de la instalación mediante un programa informático. Sin embargo, en la práctica, únicamente resulta necesario obtener el valor de cortocircuito máximo en el punto más desfavorable ($Icc_{MÁX}$), por lo que un pequeño cálculo manual sería suficiente como justificación.

En toda instalación eléctrica, el punto donde mayor intensidad de cortocircuito puede aparecer es en el cuadro general de baja tensión. Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito máxima en ese punto se puede aplicar la siguiente fórmula simplificada, considerando el defecto fase-tierra como el más desfavorable y suponiendo despreciable la inductancia de los cables:

$$I_{CC} = \frac{0{,}8 \cdot U}{R}$$

Donde

I_{CC} = Intensidad de cortocircuito en amperios (A)
U = Tensión fase-tierra (230 V)
R = Resistencia del conductor de fase afectado en ohmios (Ω)

Para calcular la resistencia del conductor, se emplea la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

En la cual:

S = Sección del conductor en mm²
ρ = Resistividad del material conductor (Ω · mm² / m)
(Cu = 0,01786; Al = 0,02857; a 20º C)
L = Longitud de la línea en metros (m), desde el cuadro general hasta el centro de transformación

Tras realizar el cálculo de la intensidad de cortocircuito, debe quedar garantizada la protección de la instalación seleccionando un dispositivo de corte general (interruptor automático general) con un **poder de corte superior** al valor $Icc_{MÁX}$ obtenido.

Tabla 4.9. Ejemplo de tabla resumen correpondiente al anexo de cálculos del proyecto electrotécnico de un garaje

CUADRO GENERAL GARAJE											
DENOMINACIÓN	Potencia máxima (W)	Potencia instalada (W)	Cos (φ)	Tensión (V)	Longitud (m)	Intensidad nominal (A)	Sección (mm²)	Nivel de aislamiento (V)	Int. automático (A)	c. d. t. (V)	c. d. t. (%)
DERIVACIÓN INDIVIDUAL RED	150.000	150.000	1,00	400,0	20,0	216,5	95,0	1.000	4 x 250	1,4	0,35
DERIVACIÓN INDIVIDUAL GRUPO	86.600	86.600	1,00	400,0	22,0	125,0	35,0	1.000	4 x 125	2,4	0,61
Central CO	2.300	200	1,00	230,0	40,0	0,9	1,5	1.000	2 x 10	0,8	0,36
Central PCI	2.300	200	1,00	230,0	40,0	0,9	2,5	1.000	2 x 10	0,5	0,22
Sistema de extracción de humos	17.320	11.000	0,90	400,0	152,0	17,6	6,0	1.000	4 x 25	12,4	3,11
Bomba de achique	11.085	3.000	0,90	400,0	40,0	4,8	2,5	1.000	4 x 16	2,1	0,54
Alumbrado permanente	2.300	1.360	1,00	230,0	77,0	5,9	4,0	1.000	2 x 10	4,1	1,77
Alumbrado temporizado	2.300	1.560	1,00	230,0	77,0	6,8	4,0	1.000	2 x 10	4,7	2,03
Maniobra contactores	2.300	50	1,00	230,0	2,0	0,2	1,5	750	2 x 10	0,0	0,00
Alumbrado rampa	2.300	460	1,00	230,0	63,0	2,0	1,5	1.000	2 x 10	3,0	1,30
Alumbrado aseos	2.300	500	1,00	230,0	22,0	2,2	1,5	1.000	2 x 10	1,1	0,50
Usos varios	2.300	1.000	1,00	230,0	22,0	4,3	2,5	1.000	2 x 10	1,4	0,59
Puerta garaje	11.085	2.000	0,90	400,0	45,0	3,2	2,5	1.000	4 x 16	1,6	0,40
Grupo PCI	13.856	11.000	0,90	400,0	40,0	17,6	6,0	1.000	4 x 20	3,3	0,82
Reserva	11.085			400,0					4 x 16		
Reserva	11.085			400,0					4 x 16		
Reserva	11.085			400,0					4 x 16		

Actividad propuesta

4.3. Determina la intensidad máxima de cortocircuito que puede presentarse en una instalación eléctrica con las siguientes características:

- Material de los conductores: cobre (considerar $\rho_{CU} = 0{,}018\ \Omega \cdot mm^2/m$).
- Tensión de alimentación: 400/230 V.
- Longitud de la derivación individual, desde el centro de transformación hasta el cuadro general de protección: 60 metros.
- Longitud del circuito interior más largo: 104 metros.
- Longitud del circuito interior más corto: 6 metros.
- Sección de los conductores de la derivación individual: 16 mm².
- Sección de los conductores del circuito interior más largo: 2,5 mm².
- Sección de los conductores del circuito interior más corto: 4 mm².

Responde a las siguientes cuestiones:

a) ¿En qué punto de la instalación es mayor la intensidad de cortocircuito resultante? Justifica tu respuesta realizando los cálculos para el cuadro general de protección, para el circuito interior más corto y para el circuito interior de mayor longitud.

b) ¿Por qué se considera el defecto fase-tierra como el más desfavorable?

La aparamenta escogida para proteger la instalación consistirá en un interruptor general automático magnetotérmico con corte omnipolar de 4 × 63 A, con un poder de corte de 10 kA.

c) ¿Queda garantizada la protección contra cortocircuitos con esta protección?

d) ¿Y si el poder de corte del mismo interruptor automático fuera de 2 kA?

Justifica todas tus respuestas.

4.3.5. Cálculo estimativo del valor de puesta a tierra

La puesta a tierra se establece con objeto de limitar la diferencia de potencial que pueda presentarse en un momento dado entre las masas metálicas de una instalación con respecto a tierra. Para garantizar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, es imprescindible que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea lo más pequeño posible.

En un proyecto eléctrico deben quedar definidos todos los elementos que componen una instalación de puesta a tierra. Estos son:

Conductores de tierra: la sección de los conductores de tierra debe cumplir lo indicado en la tabla 4.10:

Tabla 4.10. Secciones mínimas de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según tabla 4.11	16 mm² cobre 16 mm² acero galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm² cobre 50 mm² hierro	

*La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Bornes de puesta a tierra: en toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los siguientes conductores:

- Conductores de tierra.
- Conductores de protección.
- Conductores de unión equipotencial principal.
- Conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Conductores de protección: sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a determinados elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla:

Tabla 4.11. Secciones mínimas de los conductores de protección

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

Red de equipotencialidad: el conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm², si es de cobre.

Resistencia de las tomas de tierra: el electrodo ha de dimensionarse de tal modo que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia posible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Para justificar de manera teórica en un proyecto eléctrico el valor de la resistencia de la toma de tierra de manera que se ajuste lo mejor posible a las mediciones y comprobaciones que se efectuarán durante la ejecución de las obras, es necesario recurrir a las fórmulas proporcionadas en la ITC-BT-18 del Reglamento de Baja Tensión:

Cálculo para placa enterrada:

$$R = \frac{0{,}8 \cdot r}{P}$$

Cálculo para pica vertical:

$$R = \frac{r}{L}$$

Cálculo para conductor enterrado horizontalmente:

$$R = \frac{2 \cdot r}{L}$$

Donde:

R = Resistencia de la toma de tierra en ohmios (Ω)
r = Resistividad del terreno (Ohm · m)
P = Perímetro de la placa (m)
L = Longitud de la pica o del conductor (m)

Los datos referidos al perímetro o longitud de la placa, pica o conductor respectivamente son valores conocidos por el proyectista en función de cómo haya sido dimensionada la instalación. Sin embargo, la resistividad del terreno es un dato más difícil de obtener que puede ser medido sobre el propio terreno de manera exacta o estimado a partir de las tablas de referencia 4.12 y 4.13.

A pesar de que los cálculos efectuados a partir de estos parámetros no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra de la instalación, dicho cálculo puede ser útil para trabajos posteriores efectuados en condiciones análogas.

Tabla 4.12. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm · m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 4.13. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohm · m
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 1.500
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

4.4. Justificaciones del proyecto

En determinados proyectos electrotécnicos de baja tensión e incluso en algunas Memorias Técnicas de Diseño, será necesario incluir, además de los cálculos eléctricos indispensables, una o varias justificaciones en función del tipo de instalación.

Estas justificaciones pueden estar enfocadas a locales de pública concurrencia, en lo que respecta al cálculo del aforo y la justificación de luces de emergencia, al alumbrado exterior para garantizar el cumplimiento de la eficiencia energética, a cualquier edificación en la que sea necesario asegurar un nivel de iluminación ordinaria mínima o a locales con riesgo de incendio o explosión en los que haya que garantizar la ventilación adecuada.

4.4.1. Cálculo de aforo u ocupación

Se basa en determinados valores de densidad de ocupación de referencia a partir de los cuales resulta posible estimar el número máximo de personas que puede admitir un recinto o edificación.

Es necesario determinar la capacidad de ocupación prevista en los proyectos eléctricos referentes a locales e instalaciones **que sean o puedan ser considerados como de pública concurrencia**, tanto para justificar que lo son como para justificar que no lo son, puesto que en muchas ocasiones esta consideración depende del aforo.

Para determinar si una instalación puede ser considerada como local de pública concurrencia, hecho que marcará la diferencia entre la obligación de elaborar un proyecto o una Memoria Técnica de Diseño para su legalización, se deben tener en cuenta las prescripciones mínimas definidas en la ITC-BT-28 del Reglamento de Baja Tensión, que establece lo expuesto a continuación:

Locales de espectáculos y actividades recreativas

Son considerados siempre como locales de pública concurrencia independientemente de su capacidad de ocupación. Se incluyen en este grupo cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, plazas de toros, hipódromos, parques de atracciones y ferias fijas, discotecas y salas de fiesta y juegos de azar.

Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios

Cualquiera que sea su ocupación, son los siguientes:

- Templos, museos, salas de conferencias y congresos, casinos, hoteles, hostales, bares, cafeterías, restaurantes o similares, zonas comunes en agrupaciones de establecimientos comerciales, aeropuertos, estaciones de viajeros, estacionamientos cerrados y cubiertos para más de cinco vehículos, hospitales, ambulatorios y sanatorios, asilos y guarderías.

Solo si la ocupación prevista es de más de **50 personas**, son los siguientes:

- Bibliotecas, centros de enseñanza, consultorios médicos, establecimientos comerciales, oficinas con presencia de público, residencias de estudiantes, gimnasios, salas de exposiciones, centros culturales, clubes sociales y deportivos.

El cálculo de ocupación resulta también necesario dado que algunas características de una instalación, como la obligatoriedad o no de un segundo suministro, varían dependiendo de la ocupación prevista del local. Por ejemplo, un estadio o pabellón deportivo ubicado en la Comunidad de Madrid deberá disponer de suministro de socorro si el aforo es inferior o igual a 300 personas, y de suministro de reserva si el aforo es superior.

Los valores de densidad de ocupación necesarios para obtener el correspondiente cálculo del aforo pueden obtenerse mediante dos métodos:

- Utilizando la densidad de ocupación especificada en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Utilizando la densidad de ocupación especificada en el Código Técnico de la Edificación.

Cálculo de aforo según el REBT 2002

El apartado 1 de la ITC-BT-28 establece que la ocupación prevista de los locales se calculará como **1 persona por cada 0,8 metros cuadrados de superficie útil,** a excepción de pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios.

Cálculo de aforo según el CTE

La sección SI 3 del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio *(DB SI)* establece que, para calcular el aforo, deben tomarse los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 4.14, en función de la **superficie útil de cada zona.** Se dejarán de seguir estos valores cuando sea previsible una ocupación mayor o cuando resulte exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como en el caso de establecimientos hoteleros, docentes u hospitalarios.

Tabla 4.14. Densidades de ocupación establecidas en el Código Técnico de la Edificación[1]

USO PREVISTO CUALQUIERA	ZONA, TIPO DE ACTIVIDAD	OCUPACIÓN (m²/PERSONA)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etcétera	*Ocupación nula*
	Aseos de planta	3
Residencial vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Aparcamiento [2]	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etcétera	15
	En otros casos	40
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Docente	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etcétera	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
Hospitalario	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
Comercial	En establecimientos comerciales:	
	Áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	Mercados y galerías de alimentación	2
	Plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	Plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, de vehículos, etcétera	5
Pública concurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	Con asientos definidos en el proyecto	1 pers./asiento
	Sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etcétera	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	Con aparatos	5
	Sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas:	
	Zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	Zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	Vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etcétera	1
	Zonas de público en restaurantes de «comida rápida» (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etcétera	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etcétera	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etcétera	10
Archivos, almacenes		40

[1] Deben considerarse las posibles utilizaciones especiales y circunstanciales de determinadas zonas o recintos, cuando puedan suponer un aumento importante de la ocupación en comparación con la propia del uso normal previsto. En dichos casos se debe, o bien considerar dichos usos alternativos a efectos del diseño y cálculo de los elementos de evacuación, o bien dejar constancia, tanto en la documentación del proyecto, como en el Libro del edificio, de que las ocupaciones y los usos previstos han sido únicamente los característicos de la actividad.

[2] En los aparcamientos robotizados se consideran que no existe ocupación. No obstante, dispondrán de los medios de escape en situación de emergencia para el personal de mantenimiento que en cada caso particular considere necesarios la autoridad de control.

Actividad propuesta

4.4. Realiza el cálculo del aforo de un edifico de pública concurrencia con las características descritas en la siguiente tabla. Utiliza, para efectuar el ejercicio, el método de cálculo más exacto.

Superficies		
Planta baja	**Superficie construida (m²)**	**Superficie útil (m²)**
Entrada	1,20	1,08
Zona de público de pie	27,20	24,55
Zona de público sentado	26,15	23,60
Zona de barra	13,16	11,88
Comedor	48,27	43,57
Cocina	11,39	10,28
Almacén	7,02	6,34
Aseos de planta	8,59	7,75
Aseos de personal	5,79	5,23
Vestuario	3,46	3,12
Cuarto de basuras	1,33	1,20
Total superficie	***153,55***	***133,37***

En aquellos recintos o zonas no incluidas en la tabla 4.14 se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se ha de tener en cuenta el **carácter simultáneo de las diferentes zonas** de un edificio y considerar el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo. Las zonas de ocupación ocasional no deben ser tomadas en consideración para el cálculo.

El método más **exacto** para el cálculo de ocupación es el indicado en el Código Técnico de la Edificación. El método más **restrictivo** para el cálculo de ocupación es el indicado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.4.2. Justificación de la iluminación ordinaria

La iluminación de una determinada zona o lugar de trabajo se debe adaptar a las características de la actividad que se efectúa en ella, teniendo en cuenta los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores y las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

La justificación de los valores de iluminación mínima se incluye en algunos proyectos eléctricos a modo de anexo de cálculos luminotécnicos. Dicho documento puede realizarse atendiendo a dos criterios:

- Utilizando los valores indicados en la Norma de iluminación 2600ESS-293.
- Utilizando los valores mínimos de referencia especificados en el Código Técnico de la Edificación.

Cálculo de iluminación por la Norma 2600ESS-293

El anexo I de la Norma de iluminación 2600ESS-293 establece los rangos de iluminancias recomendados, de acuerdo con las actividades desarrolladas, mostrados en la tabla 4.15:

Tabla 4.15. Niveles recomendados de iluminación establecidos en la Norma 2600ESS-293

Tipo de actividad	Categoría de iluminancia	Rangos de iluminancias		Referencia del plano de trabajo
		Lux	Pie candela	
Espacios públicos con sombras alrededor	A	20-30-50	2-3-5	Iluminación general en todos los espacios
Simple orientación para visitas por periodos de corta duración	B	50-75-100	5-7,5-10	
Áreas de trabajo donde la tarea visual es ocasionalmente realizada	C	100-150-200	10-15-20	

Tabla 4.15. Niveles recomendados de iluminación establecidos en la Norma 2600ESS-293 *(continuación)*

Tipo de actividad	Categoría de iluminancia	Rangos de iluminancias		Referencia del plano de trabajo
		Lux	Pie candela	
Desarrollo de tareas visuales de contraste alto o de tamaño grande	D	200-300-500	20-30-50	Iluminancia en tareas
Desarrollo de tareas visuales de contraste mediano y de tamaño muy pequeño	E	500-700-1.000	50-75-100	
Desarrollo de tareas visuales de bajo contraste y de tamaño muy pequeño	F	1.000-1.500-2.000	100-150-200	
Desarrollo de tareas visuales de contraste bajo y de tamaño muy pequeño por periodos prolongados de tiempo	G	2.000-3.000-5.000	200-300-500	Iluminancia en tareas, obtenida por una combinación de iluminación general y local (suplementaria)
Desarrollo de tareas visuales muy prolongadas y de exactitud	H	5.000-7.000-10.000	500-750-1.000	
Desarrollo de tareas visuales muy especiales de extremado bajo contraste y de pequeño tamaño	I	10.000-15.000-20.000	1.000-1.500-2.000	

Cálculo de iluminación según el CTE

La sección SU 4 del Documento Básico de Seguridad de utilización (DB SU) establece que, para garantizar la seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, en cada zona se dispondrá de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 4.16, medido a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En cualquier caso, para realizar adecuadamente la justificación de iluminación mínima, suele resultar necesario utilizar programas informáticos específicos, dada la gran complejidad de los cálculos y la cantidad de posibles variables que presentan las edificaciones.

Tabla 4.16. Niveles mínimos de iluminación establecidos en el Código Técnico de la Edificación

Zona			Iluminancia mínima Lux
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10
		Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75
		Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas		50

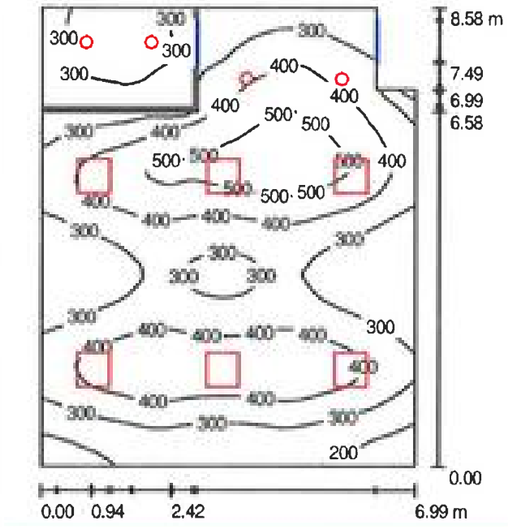


Figura 4.2. *Ejemplo de curvas isolux obtenidas durante el proceso de cálculo informático de los niveles de iluminación*

4.4.3. Justificación del alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia forma parte de los denominados *servicios de seguridad* de una edificación. Los cálculos destinados a la justificación del alumbrado de emergencia tienen por objeto garantizar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas para una eventual evacuación de público, y en otros puntos donde pueda fallar el alumbrado ordinario.

Se incluyen dentro del alumbrado de emergencia el de seguridad y el de reemplazamiento.

Figura 4.3. *Clasificación de los diferentes tipos de alumbrado de emergencia*

La iluminación de emergencia de una determinada zona o lugar de trabajo se debe adaptar a las características de la actividad que se efectúa en ella. Esta justificación del proyecto debe incluirse siempre que se trate de locales de pública concurrencia, talleres, garajes, zonas comunes de edificios de viviendas, escaleras de incendios y de evacuación de edificios o industrias; además deben dotarse de equipos manuales de extinción de incendios o puestos de primeros auxilios.

La justificación de los valores del alumbrado de emergencia suele realizarse utilizando programas informáticos de iluminación específicos, aunque también resulta posible efectuar los cálculos manualmente.

Para ello, se aplica la fórmula siguiente:

$$I_L = E \cdot S$$

donde:

I_L = Intensidad luminosa en lúmenes (lm)
E = Nivel luminoso en luxes (lux)
S = Superficie (m^2)

Este cálculo se realiza para estimar la intensidad luminosa requerida en una determinada zona. Por otro lado se ha de calcular la intensidad luminosa ofrecida por los equipos autónomos de alumbrado de emergencia instalados y se contrastan ambos resultados suponiendo una distribución uniforme y sin obstáculos del alumbrado de emergencia. La instalación ha de quedar justificada siempre y cuando la iluminancia mínima requerida quede garantizada.

El nivel luminoso necesario en cada situación lo establece el Reglamento de Baja Tensión en la ITC-BT-28, y dependerá del tipo de alumbrado de emergencia utilizado:

- **Alumbrado de evacuación:** su finalidad es reconocer y utilizar los medios y las rutas de evacuación.

  Debe proporcionar una iluminancia mínima de **1 lux** en el eje de los pasos principales y a nivel de suelo. En los lugares donde se encuentran los cuadros de distribución y las instalaciones de protección contra incendios, debe ser de **5 lux.**

- **Alumbrado de ambiente o antipánico:** se encarga de evitar el riesgo de pánico y proporciona una iluminación ambiente adecuada que permite identificar y acceder a las rutas de evacuación, así como visionar los obstáculos.

  El alumbrado ambiente debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de **0,5 lux** en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 metro.

- **Alumbrado de zonas de alto riesgo:** garantiza la seguridad de las personas ocupadas en actividades

potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad por parte del operador y otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de **15 lux o el 10% de la iluminancia normal,** tomando siempre el mayor de los valores.

Actividad resuelta

4.1. Justifica la iluminancia mínima requerida en un local de pública concurrencia de las siguientes características.

- Zona de atención al público..... 80 m²
- Zona de almacén..... 740 m²
- Aseos ..... 24 m²

El nivel luminoso previsto será, como mínimo, de 5 lux. Se han instalado 30 equipos autónomos de alumbrado de emergencia con una intensidad luminosa de 300 lúmenes cada uno.

Solución:

Cálculo de la intensidad luminosa necesaria:

$$S = 80 + 740 + 24 = 844 \text{ m}^2$$

$$I_{L\,(REQUERIDA)} = 844 \cdot 5 = 4.220 \text{ lúmenes}$$

Cálculo de la intensidad luminosa ofrecida por los equipos:

$$I_{L\,(TOTAL\ EQUIPOS)} = 30 \cdot 300 = 9.000 \text{ lúmenes}$$

Contrastando ambos resultados:

$$I_{L\,(TOTAL\ EQUIPOS)} > I_{L\,(REQUERIDA)}$$

Por tanto, suponiendo una distribución uniforme y sin obstáculos del alumbrado de emergencia, puede establecerse que la iluminancia mínima requerida queda garantizada.

4.4.4. Cálculos relativos a la eficiencia energética en alumbrado exterior

Los cálculos justificativos que acreditan el cumplimiento de las exigencias de eficiencia energética en alumbrado exterior son numerosos y muy complejos, por lo que resultaría muy laborioso realizarlos sin ayuda de los programas informáticos adecuados.

Dichos programas dividen la instalación en las retículas necesarias en cada caso y a partir de las características intrínsecas de las luminarias utilizadas, las cuales se incluyen en bases de datos proporcionadas por los fabricantes, obtienen los parámetros requeridos por el reglamento indicando, finalmente, la calificación energética correspondiente de la instalación.

4.4.5. Cálculos justificativos de la ventilación natural o forzada

En los proyectos asociados a instalaciones que tengan o puedan tener la consideración de **locales con riesgo de incendio o explosión**, será necesario realizar una clasificación de las zonas de riesgo y de los equipos y materiales utilizados en consonancia con las especificaciones del Reglamento de Baja Tensión (ITC-BT-29).

En algunas instalaciones, como por ejemplo en los garajes o los talleres de reparación vehículos, es posible realizar una desclasificación de las zonas de riesgo argumentando que la ventilación, ya sea natural o forzada mediante extractores, es suficiente como para que no se produzcan atmósferas peligrosas.

Dicha desclasificación, que puede encontrarse incluida dentro del propio proyecto eléctrico o formar parte de un proyecto complementario, se basa en una serie normas o disposiciones legales, a nivel nacional o autonómico, en las cuales se especifica la *renovación mínima de aire* que debe existir en una zona con riesgo de acumulación de sustancias tóxicas o inflamables, garantizando que no se pueden producir valores de concentración considerados inadecuados o peligrosos.

Los parámetros a tener en cuenta para justificar la validez de la ventilación natural o forzada son los siguientes:

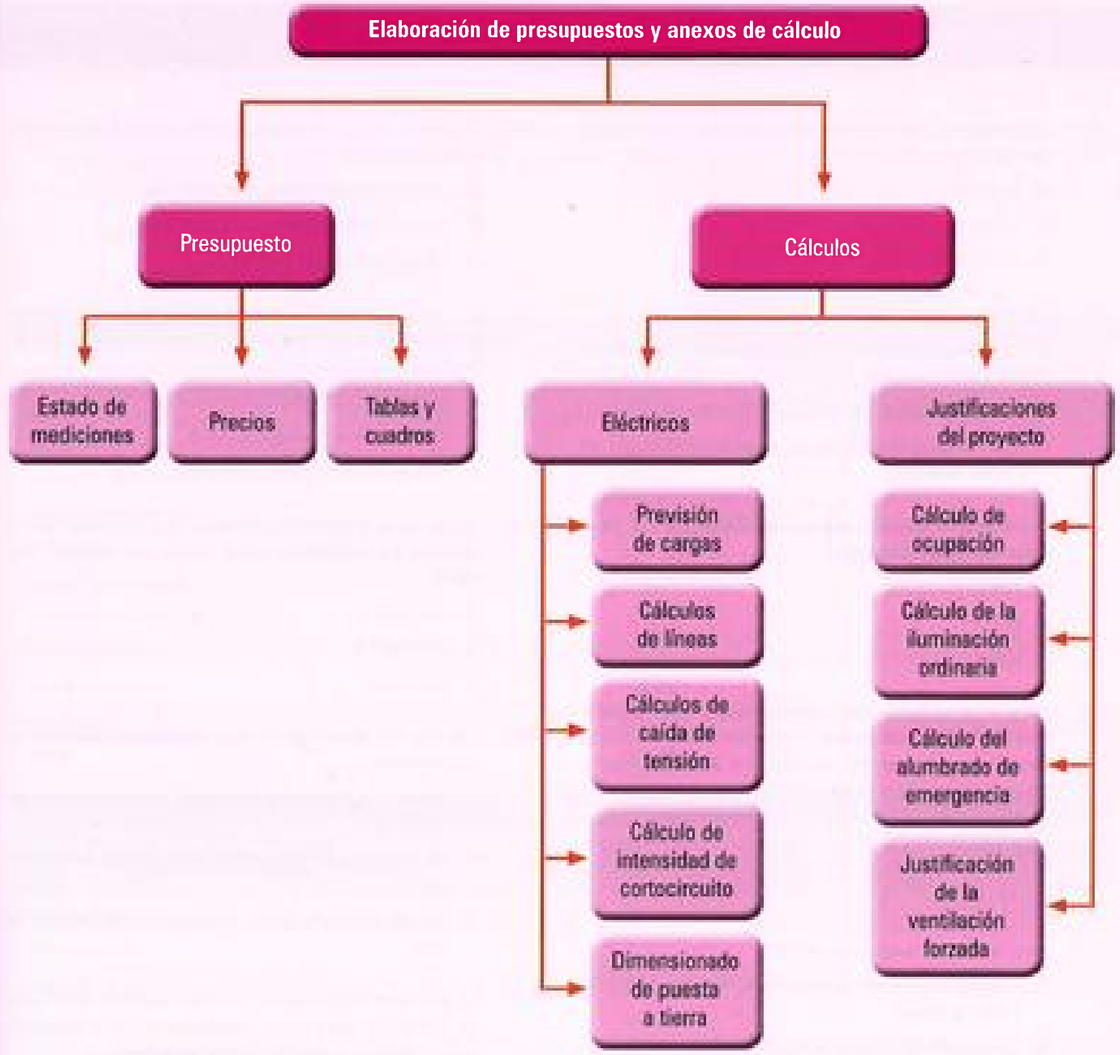
- El volumen o caudal de ventilación natural o de los extractores, medido en m^3/h ó l/s
- La renovación del aire mínima establecida, medida en *renovaciones/hora* o en $m^3/h \cdot m^2$
- El volumen de ventilación, que se obtiene multiplicando la renovación mínima de aire por la superficie de la instalación

> En las instalaciones que disponen de sistema de ventilación forzada es obligatorio disponer de dos extractores independientes por planta, de manera que si se produce una avería en uno de ellos el caudal de ventilación pueda mantenerse activo.

Al dimensionar un sistema de ventilación forzada es indispensable tener en cuenta las características de la máquina de extracción en función del tamaño de la instalación a proteger, de manera que quede garantizado y asegurado un volumen o caudal de ventilación adecuado.

También resulta conveniente prever, durante la fase de diseño y programación del sistema, la alternancia del arranque en los grupos de extracción para equilibrar su envejecimiento.

MAPA CONCEPTUAL



Actividades de comprobación

4.1. ¿Cuál será la previsión de potencia mínima correspondiente a un local comercial?

- **a)** 3.450 W
- **b)** 5.750 W
- **c)** 4.350 W

4.2. Los presupuestos parciales son:

- **a)** Las divisiones de un presupuesto de una instalación muy extensa
- **b)** Los que se calculan sin incluir la mano de obra
- **c)** Los de cada una de las actividades en las que se divide una obra

4.3. ¿Cuál es el coeficiente de simultaneidad para un conjunto de nueve viviendas?

- **a)** 7,8
- **b)** 9,2
- **c)** 9,9

4.4. ¿Qué nivel de iluminancia mínima debe proporcional el alumbrado de emergencia correspondiente en los lugares que se encuentran los cuadros de distribución y las instalaciones de protección contra incendios?

- **a)** 1 lux
- **b)** 5 lux
- **c)** 15 lux

4.5. Una instalación será más segura:

- **a)** Cuanto mayor sea el valor de la resistencia de difusión a tierra
- **b)** Cuanto menor sea el valor de la resistencia de difusión a tierra
- **c)** La puesta a tierra es una cuestión técnica; no influye en la seguridad de la instalación

4.6. Al realizar la previsión de potencia de una instalación eléctrica, ¿qué coeficiente se aplica a las lámparas de descarga?

- **a)** 1,25
- **b)** 1,3
- **c)** 1,8

4.7. El precio de las unidades de obra en un presupuesto está conformado por:

- **a)** Los gastos generales y de empresa
- **b)** Los costes directos y los indirectos
- **c)** Los presupuestos parciales

4.8. ¿Cuál de los siguientes tipos de alumbrado de emergencia se incluye dentro de los denominados «alumbrados de seguridad»?

- **a)** Alumbrado de evacuación
- **b)** Alumbrado antipánico
- **c)** Ambas opciones son correctas

4.9. ¿Cuál de las siguientes opciones no es un valor típico del nivel de aislamiento de un conductor de baja tensión?

- **a)** 450/750 V
- **b)** 600/1000 V
- **c)** 0,6/10 kV

4.10. Los precios auxiliares en un presupuesto son los de los elementos:

- **a)** Que son la base para formar los materiales simples o unitarios
- **b)** De maquinaria necesarios para realizar la instalación
- **c)** Que se añaden y que no estaban planificados en la obra

4.11. La previsión de potencia para tres motores eléctricos de 1.000 kW cada uno conectados en un mismo circuito y utilizados para bombear agua será:

- **a)** P = 3.000 kW
- **b)** P = 3.750 kW
- **c)** P = 3.250 kW

4.12. ¿Cuál es el valor medio de la resistividad de un terreno cultivable, fértil y húmedo?

- **a)** 50 Ohm / m
- **b)** 500 Ohm · m
- **c)** 50 Ohm · m

Actividades de aplicación

4.1. Realiza el cálculo de ocupación de un edificio de oficinas con presencia de público de dos plantas, utilizando los dos métodos que conoces:

- Cálculo de aforo según el REBT
- Cálculo del aforo según el CTE

Las características del edificio se especifican a continuación:

PLANTA BAJA

Recinto	Superficie útil (m^2)	m^2/ persona	N.° de personas	
			REBT	CTE
Zona de administración derecha	103,23			
Zona de administración izquierda	129,12			
Sala de reuniones	34,21			
Archivo	114,76			
Cuarto de limpieza	8,34			
Mostrador de recepción	9,14			
Aseo masculino	12,52			
Aseo femenino	13,02			
Vestíbulo	197,32			
TOTAL	621,66			

PRIMERA PLANTA

Recinto	Superficie útil (m^2)	m^2/ persona	N.° de personas	
			REBT	CTE
Despacho A	26,73			
Despacho B	27,12			
Despacho C	22,01			
Despacho D	28,53			
Zona de administración	182,34			
Sala de reuniones	25,02			
Registro	36,83			
Almacén	19,21			
Pasillo*	32,23			
Aseo masculino	5,52			
Aseo femenino	6,07			
Zona de uso público	135,10			
Sala de espera	37,32			
TOTAL	584,03			

* Nota: los pasillos serán considerados zonas de uso de carácter simultáneo.

4.2. Cumplimenta la siguiente hoja de características y cálculos eléctricos, similar a la que tendrías que rellenar al elaborar una Memoria Técnica de Diseño, a partir de los datos que obtengas al interpretar el esquema unifilar mostrado en la figura 4.4:

Tabla 4.17. Hoja de medidas de una Memoria Técnica de Diseño

RELACIÓN DE LOS RECEPTORES QUE SE PREVEA INSTALAR Y SU POTENCIA

Circuito	DENOMINACIÓN / DESCRIPCIÓN	POTENCIA NOMINAL (kW)

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS Y CIRCUITOS

INSTALACIONES INTERIORES: LÍNEAS Y CIRCUITOS

DENOMINACIÓN / ESQUEMA UNIFILAR / CIRCUITO	POTENCIA PREVISTA (kW)	LONGITUD (m)	DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN I_n (A)	MATERIAL CONDUCTOR / SECCIÓN (mm^2)	INTENSIDAD ADMISIBLE I_z (A)	CAÍDA DE TENSIÓN (U) (%)

INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. TIPOS DE CANALIZACIONES (CAN) QUE EMPLEAR

TIPO	TIPO DE CABLES	SISTEMA DE INSTALACIÓN
CAN 1		
CAN 2		
CAN 3		
CAN 4		
CAN 5		
CAN 6		
CAN 7		
CAN 8		
CAN 9		

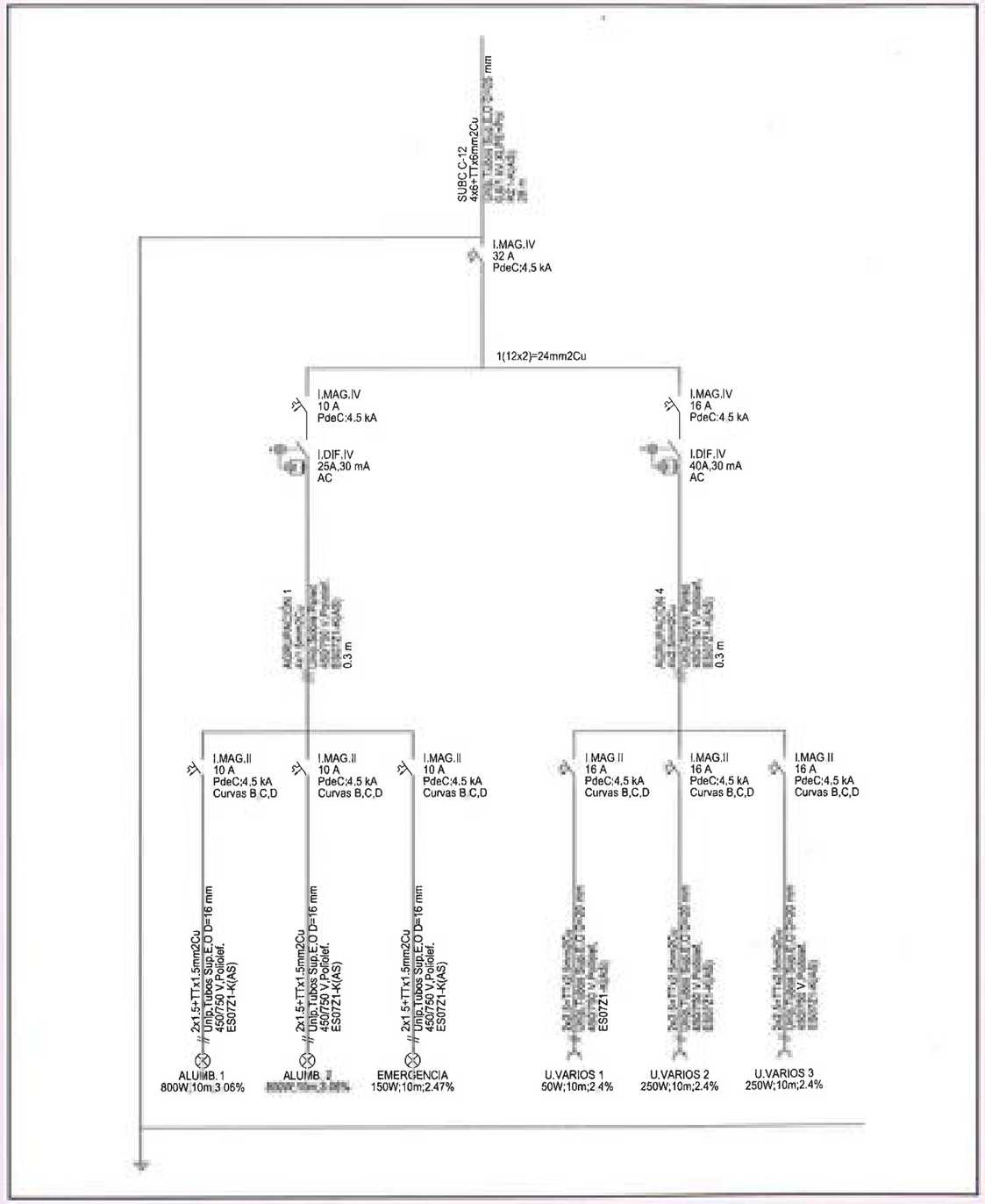


Figura 4.4. *Esquema unifilar*

4.3. Indica las características que definen al conductor representado en la imagen, dada su designación normalizada:

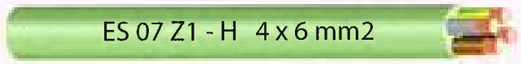


Figura 4.5. *Conductor libre de halógenos*

4.4. Realiza la estimación de puesta a tierra de una instalación con las siguientes características:

- Situación: terreno arcilloso.
- Tipo de puesta a tierra: conductor enterrado horizontalmente de 10 metros.

El director de obra se está planteando la opción de sustituir el conductor enterrado horizontalmente por una única pica de dos metros de longitud. Realiza el cálculo del nuevo valor de puesta a tierra que se obtendría aplicando este criterio y razona cuál de las dos opciones es más conveniente.

4.5. Calcula el número de equipos autónomos de alumbrado de emergencia que deben ser ubicados, como mínimo, en la zona de mesas de un pequeño restaurante, sabiendo que deben proporcionar una iluminancia mínima de 5 lux.

La zona que ha de dotarse de alumbrado de emergencia posee una superficie de 143 m^2 y los equipos autónomos proporcionan una intensidad luminosa de 160 lm, según las especificaciones del fabricante.

4.6. Realiza la previsión de cargas de un edificio de 42 viviendas que dispone de dos líneas generales de alimentación, distribuidas tal como se especifica a continuación:

LGA 1: alimenta a veintisiete viviendas de grado de electrificación (9.200 W) sin tarifa nocturna.

LGA 2: alimenta a quince viviendas de grado de electrificación (9.200 W) con tarifa nocturna y el cuadro de servicios comunes, con una potencia total de 27,71 kW.

4.7. Indica cuáles son los conductores que deben que deben unirse al borne de puesta tierra de una edificación, definiendo brevemente sus características más importantes.

4.8. ¿Qué tipos de cargas hay que tener en cuenta para calcular la previsión de potencia total de un edificio de viviendas?

4.9. Determina la caída de tensión (en valor porcentual) asociada a cada una de las líneas generales de alimentación del ejercicio 4.6, suponiendo que sus características técnicas son las siguientes:

Denominación	Tensión	Longitud	Conductores
LGA 1	400/230 V	18 metros	4 × 95 mm^2 + TT × 50 mm^2 (Al)
LGA 2	400/230 V	17 metros	4 × 95 mm^2 + TT × 50 mm^2 (Al)

4.10. Indica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, justificando la respuesta:

- El alumbrado antipánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux.
- La intensidad de cortocircuito en un punto es mayor cuanto más alejado está del transformador.
- Según el reglamento electrotécnico vigente la ocupación de un local de pública concurrencia es de 0,8 personas por cada metro cuadrado de superficie total.
- La resistividad de un suelo de cuarzo está en torno a los 500 ohm m
- La sección de un conductor de protección debe ser igual a la sección e los conductores de fase.
- El cálculo de la carga total de un edifico industrial se considera de 10 W por metro cuadrado y planta.

4.11. En la instalación interior de una vivienda, ¿cuál puede ser el porcentaje máximo de caída de tensión permitida en los circuitos de alumbrado y en los circuitos de fuerza?

4.12. Calcula el volumen de ventilación o caudal, en m^3/h, que debe existir en un garaje subterráneo cuya única planta tiene una superficie de 560 m^2, de manera que quede garantizada una renovación mínima del aire de 15 $m^3/h \cdot m^2$.

Confección de planes, manuales y estudios

5

La elaboración de los planes y estudios asociados a un proyecto y la posterior gestión de toda esta documentación técnica es imprescindible no solo para tramitar las instalaciones eléctricas, sino también para asegurar que el montaje y las obras se ejecuten adecuadamente, de modo que se minimicen los riesgos para las personas y el propio entorno.

En esta unidad se describen las pautas para la elaboración de los documentos del proyecto identificando la normativa correspondiente en cada situación.

Contenidos

- 5.1. Estudio básico de seguridad y salud
- 5.2. Planes y estudios de gestión medioambiental
- 5.3. Pliego de condiciones
- 5.4. Planificación del mantenimiento y gestión de recursos
- 5.5. Calidad en la ejecución de instalaciones o sistemas
- 5.6. Gestión de la documentación. Memoria, anexos y estudios con entidad propia

Objetivos

- Conocer en profundidad los principales documentos que conforman un proyecto eléctrico
- Aprender a elaborar planes, manuales y estudios con entidad propia asociados a las instalaciones eléctricas
- Identificar las partes fundamentales de un pliego de condiciones
- Definir los sistemas de calidad aplicados a proyectos
- Informar de las principales técnicas de gestión de la documentación

5.1. Estudio básico de seguridad y salud

El marco general en materia de prevención de riesgos laborales conlleva la necesidad de desarrollar una política de protección de la salud mediante actuaciones dirigidas a la promoción de la mejora de las condiciones de trabajo para elevar el nivel de la salud y la seguridad de los trabajadores.

El artículo 40.2 de la Constitución Española encomienda a los poderes públicos a velar por la seguridad e higiene en el trabajo. Este mandato constitucional, unido a los compromisos contraídos por el Estado con la Organización Internacional del Trabajo sobre seguridad y salud de los trabajadores y las Directivas desarrolladas por la Unión Europea sobre el estudio y tratamiento de la prevención de los riesgos derivados del trabajo, promueven la creación de una serie de disposiciones legales. De entre ellas, la más significativa es la *Directiva 89/391/CEE, relativa a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.* También destacan, en relación con su posible aplicación en los proyectos de instalaciones electrotécnicas, las siguientes:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de **Prevención de Riesgos Laborales** (LPRL), que define el marco en el que habrán de desarrollarse las distintas acciones preventivas cuyo objetivo es el de mejorar progresivamente las condiciones de trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el **Reglamento de los Servicios de Prevención,** que aborda los planes de prevención de riesgos laborales y su evaluación en función del tamaño de cada empresa y de la peligrosidad de las actividades desarrolladas en la misma.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las **obras de construcción.**
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al **riesgo eléctrico.**
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Reglamento de los Servicios de Prevención.

En lo referente al entorno normativo relacionado con la prevención de riesgos laborales, destacan las **guías técnicas** desarrolladas por el **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo** (INSHT). A través de ellas se pretende ofrecer una interpretación adecuada, orientativa y no vinculante de todos los reglamentos derivados de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5.1.1. Obligaciones generales del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo, por lo que debe transmitir a su personal el contenido de dichas medidas en todo aquello que los pueda afectar.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas, en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, así como el material adecuados y locales de primeros auxilios.

El empresario debe elaborar y conservar la documentación específica referente a prevención de riesgos laborales, que se estructura en:

a) Plan de Prevención de Riesgos Laborales.

b) Evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo, incluido el resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores.

c) Planificación de la actividad preventiva, incluidas las medidas de protección y de prevención que se deben adoptar y, en su caso, material de protección que haya que utilizarse.

d) Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores y conclusiones obtenidas de los mismos.

e) Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

Plan de Prevención de Riesgos Laborales
Evaluación de riesgos y controles periódicos
Planificación de las medidas y materiales de protección
Control de la salud, enfermedades y accidentes de los trabajadores

Figura 5.1. *Estructura del sistema de prevención de riesgos laborales*

5.1.2. Derechos y obligaciones de los trabajadores

Cada trabajador debe velar tanto por su propia seguridad y salud en el trabajo como por la de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional, de acuerdo con su formación y con las instrucciones del empresario. Concretamente, a los trabajadores les corresponden los siguientes **deberes:**

- Usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y cualquier otro medio con el que desarrolle su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y los equipos de protección entregados de forma correcta.
- No poner fuera de funcionamiento y emplear correctamente los dispositivos de seguridad relacionados con su actividad.
- Informar de inmediato a su superior y a los trabajadores designados para realizar las actividades de protección y prevención acerca de cualquier situación que entrañe un riesgo para la seguridad. La actividad puede interrumpirse si esta constituyera un peligro para la salud y la seguridad de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y exentas de riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

Los empleados poseen también derechos en materia de prevención laboral que el empresario debe garantizar, asegurando que el trabajo se realice en un entorno seguro y saludable. Concretamente, a los trabajadores les corresponden los siguientes **derechos:**

- Ser informado sobre los riesgos para la seguridad y salud derivados de su puesto de trabajo, sobre las medidas de protección y prevención asociadas a dichos riesgos, así como sobre las que debe adoptar ante situaciones de emergencia.
- Disponer de los equipos de trabajo y medios de protección individual adecuados a su puesto de trabajo.
- Contar con las medidas de emergencia necesarias acordes al tamaño y actividad de la empresa.
- Paralizar su actividad e incluso abandonar su lugar de trabajo en caso de riesgo grave e inminente.
- Gozar de las medidas de vigilancia y control de la salud obligatorias en función de los riesgos, con la realización de reconocimientos médicos periódicos.
- Ser consultados y participar en aquellas cuestiones en materia de prevención de riesgos laborales que afecten a la seguridad y la salud.
- Protección de la maternidad.
- Especial cuidado de los trabajadores que, por sus propias características personales, sean especialmente sensibles a determinados riesgos derivados del trabajo.

5.1.3. Elementos de seguridad y equipos de protección individual

Los **elementos de seguridad** asociados al entorno de trabajo tienen el objetivo de prevenir o evitar las consecuencias de una situación de peligro que pueda afectar a las personas o a las instalaciones. Las **medidas y dispositivos de seguridad** asociados al ámbito laboral son, por ejemplo, la señalización de riesgos o las alarmas acústicas y luminosas.

Figura 5.2. *La banqueta aislante es un ejemplo de elemento de seguridad*

Figura 5.3. *Equipos de protección individual*

Un **equipo de protección individual (EPI)** es aquel destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que lo proteja de uno o varios riesgos que amenacen su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Para garantizar el máximo nivel de seguridad a la hora de realizar trabajos en instalaciones de seguridad electrónica, todos los operarios han de utilizar una serie de materiales, herramientas y equipos de protección individual con el objetivo de minimizar los riesgos laborales.

Todos los equipos de protección individual deben cumplir las exigencias expuestas en el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de este tipo de equipos. También será de obligado cumplimiento el Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre utilización de equipos de trabajo.

5.1.4. Plan de Prevención de Riesgos Laborales

Es la parte de todo proyecto que debe dar cumplimiento a la legislación vigente referente a seguridad, salud y riesgos laborales.

Este documento debe especificar los siguientes aspectos:

- Normas de seguridad aplicables en la obra.
- Identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados.
- Medidas técnicas necesarias para evitar dichos riesgos.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, indicando su probabilidad y gravedad.
- Medidas preventivas y de organización y protecciones técnicas para controlar y reducir riesgos.
- Valoración de la eficacia de las medidas propuestas.
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar los previsibles trabajos posteriores.

El objetivo básico de todo Plan de Prevención de Riesgos Laborales es certificar que se cumplan los supuestos mínimos de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Identificación de riesgos y prevención de los mismos

Todo plan de prevención laboral estará basado en un método de análisis que estime los niveles de riesgo con respecto a su probabilidad estimada en relación con la severidad de las consecuencias esperadas (tabla 5.1).

A continuación se muestra un ejemplo de Plan de Prevención de Riesgos Laborales para instaladores electricistas de baja tensión en el que se analiza, estudia y desarrollan los aspectos fundamentales de un estudio básico de seguridad y salud en función del grado de riesgo y su posible prevención.

Tabla 5.1. Relación estimada de probabilidad-severidad

	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad baja	Trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
Probabilidad media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
Probabilidad alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Tabla 5.2. Ejemplo del estudio de prevención de riesgos laborales incluido en un proyecto de instalación eléctrica en baja tensión

Riesgo	Val. prob.	Val. grav.	Medidas de organización y sistemas colectivos	EPI
Caídas a distinto nivel	Posible	Grave	• Retirar todos los elementos, usados como apoyo para subir, que no reúnan suficiente estabillidad (sillas, cajas…) • Las escaleras de mano estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante, o de ganchos de sujeción en la parte superior, que aseguren la estabilidad • Suba y baje de la escalera de frente a ella, nunca de espaldas, y utilice calzado antideslizante homologado (con marcado CE) • Las herramientas o materiales que están utilizando durante el trabajo en una escalera manual nunca se dejarán sobre los peldaños, sino que se colocarán en una bolsa sujeta a la escalera, colgada en un hombro o sujeta a la cintura. No transporte ni manipule cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer su seguridad. No se incline para alcanzar lugares apartados lateralmente, ni mueva la escalera estando subido/a a ella. Baje y coloque nuevamente la escalera en lugar apropiado • Nunca pase de un lado a otro de una escalera de tijera por su parte superior, ni trabaje sobre ella a «caballo». Nunca mueva la escalera de mano con un trabajador/a sobre ella y no la utilice conjuntamente con un segundo operario/a • Antes de utilizar una escalera, revise que los peldaños y sus zapatos estén limpios, en especial de grasas, aceite, ceras o cualquier otra sustancia resbaladiza	
Caídas al mismo nivel	Posible	Leve	• Mantener la limpieza y el orden dentro de la obra • Utilizar los pasos y vías existentes	• Calzado con suela antideslizante
Golpes, cortes y pinchazos con herramientas o materiales	Posible	Leve	• Utilizar para cada trabajo la herramienta adecuada • Mantener las herramientas limpias y en perfecto estado de uso, revisar que los mangos no estén flojos ni mal ajustados, desechar las defectuosas • Las que sean cortantes y punzantes se guardarán en fundas adecuadas, nunca en los bolsillos • Mantener los bancos de trabajo limpios y ordenados y las herramientas alojadas en fundas adecuadas	• Guantes de cuero • Calzado de seguridad
Sobreesfuerzos	Posible	Leve	• Cuando haya que manipular cargas elevadas, se utilizarán los equipos auxiliares adecuados • Si no es posible, se manipularán las cargas entre varias personas • Se instruirá al personal sobre los métodos correctos de manipulación de cargas	• Fajas antilumbago
Caídas de objetos	Posible	Leve	• Evitar dejar objetos abandonados por el suelo • Utilizar cinturones portaherramientas • Instalar plataformas que limiten la caída de objeto y que protejan los tajos inferiores	• Casco de protección

Tabla 5.2. Ejemplo del estudio de prevención de riesgos laborales incluido en un proyecto de instalación eléctrica en baja tensión *(continuación)*

Riesgo	Val. prob.	Val. grav.	Medidas de organización y sistemas colectivos	EPI
Electrocución durante las pruebas de la instalación	Posible	Muy grave	• Instalar como último cableado el que vaya del cuadro general al de la compañía suministradora y mantener los mecanismos necesarios para esta instalación en lugar seguro hasta su montaje, evitando así conexiones accidentales de la red • Antes de hacer entrar en carga la instalación, realizar una inspección de las conexiones de los mecanismos, protecciones y empalmes • Antes de hacer entrar en carga la instalación, comprobar la existencia de la banqueta de maniobras, extintores de polvo químico seco y botiquín • Se efectuará la prueba para comprobar si los automáticos (disyuntores) funcionan y «cortan» con la intensidad prevista. Esta prueba se llevará a cabo estando bajo tensión pero sin carga • Los electricistas encargados de la instalación, montaje y pruebas estarán en posesión del correspondiente carné profesional	• Guantes aislantes • Calzado de protección con suela aislante
Electrocución durante los trabajos	Posible	Muy grave	• Durante las reparaciones se debe colocar en el interruptor principal un cartel «NO TOCAR-PELIGRO-HOMBRES TRABAJANDO». Si es posible, se cerrará con un candado el interruptor o se quitarán los fusibles • Antes de utilizar cualquier aparato o instalación eléctrica, hay que asegurarse de su perfecto estado (cables, clavijas, carcasas de protección, etc.). Trabajar con cuidado de no dañar estos elementos • Los cuadros de protección serán normalizados. Los cuadros eléctricos metálicos tendrán las caracas puestas a tierra, estarán señalizados con «Peligro. Electricidad» o aviso similar • La toma de corriente de los cuadros se hará mediante clavijas normalizadas, tanto en la clavija «hembra» como en la «macho» • La tensión siempre estará en la clavija «hembra» • El neutro de la instalación o grupo estará puesto a tierra • Los cables de colores amarillos y verdes solo se emplearán para la toma de tierra • Seguir las instrucciones de uso dictadas por el fabricante • El circuito al cual se conecten las herramientas debe estar protegido por un interruptor diferencial de 0,03 A de sensibilidad • Si se usan cables de extensión, las conexiones se harán comenzando por la máquina y siguiendo hacia la toma de corriente • No utilizar máquinas eléctricas si se tienen las manos o los pies mojados, o si la propia máquina está mojada • Proteger con material aislante normalizado todas las herramientas que vayan a utilizar los instaladores • Si se trabaja en ambientes húmedos, asegurarse de que se utilizan aparatos con las condiciones de protección indicadas para estos casos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	• Guantes aislantes • Calzado de protección con suela aislante

5.1.5. Coordinador en materia de seguridad y salud

El Plan de Prevención de Riesgos Laborales deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud. Asimismo, durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Asegurarse de la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y los trabajadores lleven a cabo de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- Encargarse de la coordinación de actividades empresariales.
- Organizar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Quienes intervienen en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas relacionadas con la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

5.2. Planes y estudios de gestión medioambiental

Las medidas de protección ambiental poseen como objetivo regular, organizar y controlar las actividades de una empresa que puedan afectar al medio ambiente, dentro del ámbito de aplicación del desarrollo sostenible.

La Legislación Estatal sobre Evaluación de Impacto Ambiental establece únicamente los requisitos aplicables a la evaluación de impacto ambiental de proyectos consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad similar. Las medidas de protección adoptables para el resto de actividades profesionales deben acogerse a los denominados *sistemas de gestión ambiental.*

Una adecuada política medioambiental debe garantizar una gestión sostenible, optimizando el consumo de recursos naturales, energéticos y de materias primas, minimizando el impacto de las actividades en el medio ambiente y haciendo uso de las medidas preventivas necesarias para evitar cualquier tipo de contaminación.

© Ediciones Paraninfo

5.2.1. Planes de gestión medioambiental

Tendrán en cuenta todas las disposiciones legales vigentes aplicables en función del tipo de proyecto con el objetivo de preservar al máximo el medio ambiente antes, durante y después de la ejecución de las obras.

Los planes de gestión medioambiental pueden incluir uno o varios de los siguientes estudios, que servirán para establecer las condiciones en las que se realizará el proyecto:

- **Estudio de viabilidad**

  Analiza si realmente la utilidad social del proyecto justifica el impacto previsto. Si el resultado de un estudio de viabilidad determina que el impacto final del proyecto es demasiado elevado, este no podría ser llevado a cabo en las condiciones propuestas.

- **Estudio y evaluación de impacto ambiental**

  Introduce la variable medioambiental en la toma de de decisiones de los proyectos. Debe garantizar que, en caso de llevarse a cabo la ejecución de las obras, se tendrán en cuenta sus efectos proponiendo medidas de actuación y alternativas eficaces para evitar o disminuir los posibles daños en el entorno.

- **Procedimiento de trazabilidad de materiales y residuos**

  Establece cómo depositar, almacenar y tratar cada uno de los residuos generados. Los peligrosos se identificarán mediante los pictogramas correspondientes y se guardarán únicamente en los contenedores dispuestos para ellos. El plazo máximo legal permitido para su conservación es de seis meses.

- **Conservación y restauración ambiental**

  Plantea las medidas de mantenimiento y rehabilitación de los ambientes o zonas afectados por el proyecto en cuestión, suponiendo que dicho impacto haya sido aprobado por el plan de viabilidad.

5.2.2. Proyectos que requieren estudio de impacto ambiental

La normativa y legislación vigentes sobre los planes y estudios de impacto y gestión medioambiental es muy amplia, y debe ser estudiada de manera independiente en función del tipo de instalación y de la comunidad autónoma donde vaya a situarse el emplazamiento del proyecto. No obstante, a nivel nacional, cabe mencionar especialmente a las siguientes disposiciones legales:

- Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

El *artículo 3 del Real Decreto Legislativo 1/2008* especifica **qué tipo de proyectos son los que deben ser sometidos a la evaluación del impacto ambiental**, dependiendo de su naturaleza y de la actividad económica implicada. En este sentido, la mayoría de los proyectos eléctricos de baja tensión quedan excluidos, mientras que sí se incluyen los de eficiencia energética. La mayoría de los proyectos eléctricos de alta tensión, siempre, deben contener un documento de evaluación del impacto ambiental.

Los proyectos que hayan de someterse a evaluación de impacto ambiental deberán incluir un **estudio de impacto ambiental** que contendrá, como mínimo, los siguientes datos:

1. Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales.
2. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
3. Exposición de las alternativas estudiadas y justificación de las razones de la solución adoptada teniendo en cuenta los efectos ambientales.
4. Evaluación de los efectos previsibles directos e indirectos del proyecto sobre la población, la flora, la fauna, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico.
5. Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
6. Programa de vigilancia ambiental.
7. Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.
8. Informe acerca de las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.

5.2.3. Fuentes de degradación del entorno ambiental

Las principales fuentes de contaminación, degradación y riesgo sobre el entorno ambiental, generadas como consecuencia de los trabajos derivados de proyectos e instalaciones electrotécnicas, son las siguientes:

- Desechos orgánicos.
- Embalajes y otros residuos de envases.
- Residuos químicos:
  - Pilas, baterías y acumuladores.
- Contaminantes físicos derivados del uso de vehículos.
- Contaminantes físicos derivados del empleo de dispositivos y equipos electromagnéticos.
- Vertidos sólidos, líquidos o gaseosos en el suelo, aire o agua.
- Almacenamiento de equipos y materiales tóxicos.
- Contaminación atmosférica:
  - Ruidos.
  - Polvo.
- Impacto visual.
- Colisión de aves.
- Incendios:
  - De materiales.
  - Forestales.
- Residuos generados en la construcción y obra nueva:
  - Escombros, hormigón, ladrillos, cerámica y materiales de aislamiento.
  - Madera, vidrio y plástico.
  - Piezas metálicas.
- Residuos generados en los trabajos de mantenimiento:
  - Cables, papel, cartón, plásticos y madera.
  - Equipos eléctricos y electrónicos sin componentes peligrosos.
  - Equipos eléctricos y electrónicos con componentes peligrosos.

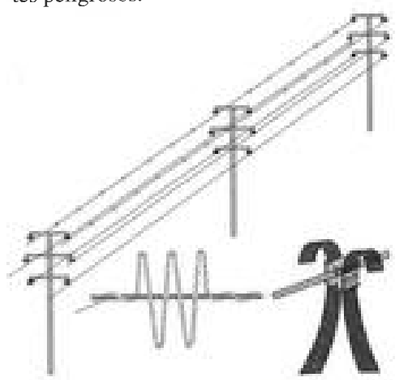


Figura 5.4. Dispositivo anticolisión de aves, utilizado en líneas de alta tensión como medida de protección ambiental. Cortesía Iberdrola

5.3. Pliego de condiciones

Determina los requisitos de obligado cumplimiento a los que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones eléctricas. Forma parte de la documentación del proyecto de referencia y rige las obras para la realización del mismo. Determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las instalaciones eléctricas y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Las dudas que se planteen en su aplicación o interpretación han de ser solucionadas por la dirección facultativa de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el pliego de condiciones del proyecto objeto.

5.3.1. Campo de aplicación

El pliego de condiciones técnicas particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de las instalaciones eléctricas. Se pretende garantizar así la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, por lo que es necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir, de la utilización o de la adecuación al uso y de la seguridad. Tal concepto incluye la seguridad estructural, la de en caso de incendio y la de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual ha sido diseñada y construida.

5.3.2. Normativa de aplicación

Se han de indicar todas las disposiciones vigentes que sean de aplicación durante la ejecución de la instalación.

Además de su Reglamento correspondiente, se pueden aplicar distintas normativas en función de la clasificación y uso de la instalación definitiva, como el Código Técnico de la Edificación (CTE), las normativas medioambientales, las de prevención de riesgos laborales o las particulares de las empresas de distribución y las autonómicas, entre otras muchas.

5.3.3. Características, calidades y condiciones generales de los materiales

Las características técnicas y constructivas de una instalación eléctrica se hallan sujetas al tipo de instalación según su clasificación. Será necesario, por tanto, definir en el pliego de condiciones la actividad o uso que se va a llevar a cabo en la instalación una vez concluida.

Componentes y productos constituyentes de la instalación

Deben quedar definidos en el pliego de condiciones todos los elementos con los que cuenta la instalación. En un proyecto eléctrico de baja tensión, por ejemplo, serían los siguientes:

- Acometida.
- Caja general de protección (CGP).
- Caja de protección y medida (CPM).
- Línea general de alimentación (LGA):
  - Conductores de cobre o aluminio.
  - Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
  - Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
  - Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
  - Conductores aislados en canales protectoras cuyas tapas solo puedan abrirse por medio de un útil.
  - Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo escrito en la norma UNE que les sea de aplicación. Incluyen el conductor de protección.
  - Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados o construidos al efecto.
- Centralización de contadores (CC).
- Derivación individual (DI):
  - Conductores de cobre o aluminio.
  - Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
  - Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
  - Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
  - Conductores aislados en canales protectores cuyas tapas solo puedan abrirse por medio de un útil.
  - Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo escrito en la norma UNE que les sea de aplicación. Incluyen el conductor de protección.

  - Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados o construidos al efecto.
- Cuadro general de distribución (CGBT):
  - Interruptor general automático de corte omnipolar.
  - Interruptor diferencial general.
  - Dispositivos de corte omnipolar.
  - Dispositivos de protección contra sobretensiones.
  - Interruptor de control de potencia (ICP).
- Instalación interior:
  - Conductores de cobre o aluminio.
  - Circuitos interiores.
  - Puntos de luz (lámparas y luminarias) y bases de toma de corriente.
  - Otros componentes (cajas de derivación, interruptores, conmutadores, etcétera).
  - Instalación interior.
- En los casos en los que la instalación lo requiera:
  - Grupo electrógeno (GE) o sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).
  - Equipo de compensación del factor de potencia.

Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación eléctrica

La dirección facultativa debe encargarse de que todos los materiales, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica tengan distintivos de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR…) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente.

Asimismo la dirección facultativa puede exigir muestras de los materiales empleados y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorio, de modo que pueda rechazar, retirar, desmontar o reemplazar, dentro de cualquiera de las etapas de instalación, los productos, elementos o dispositivos que perjudiquen la calidad de la instalación.

Todos los equipos y materiales deben incluir la siguiente información básica:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

> Siempre que sea necesario, se incluirán hojas de características y de especificaciones técnicas de los elementos, equipos y materiales utilizados en la instalación como, por ejemplo, para argumentar códigos IP o IK, justificaciones de material antideflagrante, etcétera.

5.3.4. Ejecución y montaje de la instalación

El pliego de condiciones debe contener también las disposiciones generales de ejecución del proyecto. Se deben especificar los detalles de montaje de los diferentes equipos que conforman la instalación. Su ejecución se compone de las siguientes fases, las cuales quedarán detalladas concisamente:

- Consideraciones generales.
- Normas de ejecución de la instalación.
- Preparación de la instalación eléctrica.
- Comprobaciones iniciales.
- Fases de ejecución.
- Instalaciones provisionales de obra.
- Acabados y remates finales.

Una vez finalizadas las obras, la dirección facultativa, en presencia de la empresa instaladora, procede a realizar el reconocimiento y ensayos precisos en la instalación. De esta forma se asegura que se han llevado a cabo los trabajos de modo correcto según el proyecto y que se cumplen todas las condiciones técnicas exigidas.

Acabados

Se indica cómo se procede a proteger los elementos de instalación de las posibles obras posteriores que puedan llevarse a cabo tras la instalación eléctrica.

Control y aceptación

Se han de establecer unas pautas de control de los diferentes elementos de la instalación a lo largo de la obra. A cada tipo de instalación le corresponde un control diferente y unas pautas determinadas en cuanto a puntos de inspección y frecuencia de inspección.

Medición y abono

Los conductores, donde se incluyen tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación, se miden y valoran por metro lineal de longitud, siempre que sean de iguales características.

El resto de los elementos se valoran de la siguiente manera:

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de toma de corriente y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

Actividad propuesta

5.1. Elabora un extracto correspondiente a un pliego de condiciones técnicas en el que se especifiquen las características que deben presentar las canalizaciones interiores de la instalación eléctrica de un local de pública concurrencia.

5.3.5. Reconocimientos, pruebas y ensayos

En el reconocimiento se comprueba que todos los materiales instalados coinciden con los admitidos por la dirección facultativa en el control previo efectuado antes de su instalación y que se corresponden exactamente con las muestras. Además se comprueba que no se encuentran deterioradas en su aspecto y funcionamiento.

Se verifica que la realización de las obras ha sido llevada a cabo y terminada, además de rematada correcta y completamente. Los reconocimientos, pruebas y ensayos se realizan principalmente sobre los siguientes puntos:

- Ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Fijación de los distintos aparatos, seccionadores, interruptores y otros.

Pruebas y ensayos

Después de efectuado el reconocimiento, es necesario realizar determinadas pruebas y ensayos:

- Caída de tensión.
- Medida de aislamiento de los conductores de la instalación.
- Protecciones contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Empalmes.
- Equilibrio entre fases.
- Identificación de las fases.
- Medidas de iluminación.
- Comprobación del nivel medio de alumbrado.
- Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra.

5.3.6. Condiciones de mantenimiento y uso

El mantenimiento de las instalaciones eléctricas es independiente de las inspecciones periódicas reglamentarias que deban realizarse en ellas.

Los trabajos de mantenimiento han de ser realizados por una empresa instaladora autorizada ya que el propietario o titular no se encuentra acreditado para ello.

Se debe establecer durante la vida útil de las instalaciones un buen estado de seguridad y funcionamiento, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

Conservación

Consiste en la limpieza periódica de los elementos constituyentes de la instalación: cajas generales de protección, línea repartidora, contadores, derivaciones individuales, cuadro general de distribución, instalación interior y red de puesta a tierra.

Reparación y reposición

Una vez revisada la instalación, resulta necesario reparar y reponer todos los defectos encontrados.

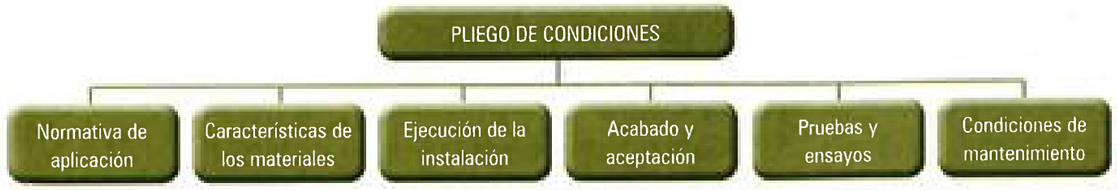


Figura 5.5. *Resumen del contenido de un pliego de condiciones*

5.4. Planificación del mantenimiento y gestión de recursos

En determinados proyectos puede resultar adecuado incluir manuales específicos, protocolos o condiciones de puesta en marcha o servicio.

Estos documentos pueden encontrarse situados como parte del pliego de condiciones del proyecto o constituir un bloque documental independiente. Los más generalizados son el manual de mantenimiento, el del usuario o manual de instrucciones y el cronograma de gestión de recursos.

5.4.1. Manual de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento y resolución de averías comprenden el conjunto de acciones de inspección, control, comprobación, revisión, clasificación o reparación cuyo objetivo es restaurar o conservar los equipos y materiales en las condiciones apropiadas para que cumplan con normalidad las funciones que tienen asignadas. Existen tres métodos fundamentales de mantenimiento:

Tabla 5.3. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento predictivo

1. Mantenimiento correctivo

Consiste en subsanar un defecto o **reparar una avería** en la instalación que ha sido detectada previamente.

Todas las acciones realizadas durante el mantenimiento correctivo son registradas en un documento denominado *parte o histórico de averías.*

2. Mantenimiento preventivo

Consiste en prever las posibles averías en el sistema antes de que se produzcan, mediante la programación de revisiones periódicas. Para llevar a cabo esta tarea, un proyectista puede definir el denominado **plan de mantenimiento,** donde se establece un listado de las tareas de análisis y limpieza que han de llevarse a cabo, las tareas propias del mantenimiento de las distintas partes de la instalación, las instrucciones y responsabilidades para el correcto uso de los equipos y materiales, así como las medidas y comprobaciones de los parámetros de funcionamiento de los sistemas.

En determinadas instalaciones, como por ejemplo los quirófanos y salas de intervención, será obligatorio realizar un mantenimiento preventivo mensual, trimestral, semestral y/o anual con el objetivo de garantizar la fiabilidad y seguridad.

Figura 5.6. *Ejemplo de mantenimiento preventivo. Cortesía Scheneider*

3. Mantenimiento predictivo

Consiste en realizar las intervenciones necesarias sobre los equipos y componentes con la finalidad de predecir el momento en el que se quedarán fuera de servicio o se producirá una avería.

Estas predicciones se basan en programas estadísticos de evolución y análisis de funcionamiento mediante ensayos no destructivos, utilizando los instrumentos de diagnóstico adecuados.

Tabla 5.4. Ejemplo del plan de mantenimiento incluido en el proyecto de un edificio de viviendas

Inspeccionar	Cada año	Inspección del estado de la antena de televisión Inspección de la instalación fotovoltaica de producción de electricidad Inspección del estado del grupo electrógeno Inspección de la instalación del portero electrónico Inspección de la instación del portero automático Revisión del funcionamiento de la apertura remota del garaje
	Cada 2 años	Comprobación de conexiones de la toma de tierra y medida de su resistencia
	Cada 4 años	Inspección de la instalación de la antena colectiva de TV/FM Revisión general de la red de telefonía interior Revisión general de la instalación eléctrica

En paralelo a la realización de las tareas relacionadas con el mantenimiento, resulta conveniente elaborar informes de las actividades desarrolladas, de los resultados obtenidos y del uso del sistema, así como inventarios técnicos, listados de trabajos periódicos y partes históricos de averías en los que consten las deficiencias observadas y su fecha de subsanación.

5.4.2. Manuales de instrucciones

Una vez finalizada la ejecución del proyecto, la empresa instaladora encargada de su montaje y puesta en servicio hará entrega a la propiedad de una copia del manual de instrucciones para el usuario, que describirá de forma exhaustiva y didáctica las posibilidades y funcionalidades que ofrece la instalación, además de las recomendaciones en cuanto a uso y mantenimiento de la misma.

El objetivo general del manual de instrucciones es informar sobre las funcionalidades que la instalación dispone. Para ello es imprescindible que el lenguaje sea adaptado y asequible para el usuario no experto y se plantee siempre con descripciones visuales que incluyan croquis, dibujos realizados y fotografías. Además se debe añadir, cuando proceda, documentación sobre los equipos y materiales utilizados, especificaciones técnicas de los elementos de las instalaciones, condiciones de servicio, información sobre mediciones y calibración de los instrumentos de verificación y medida, así como un listado de la normativa y legislación aplicable según el tipo de instalación.

El propietario tendrá la obligación de transferir esta información, convenientemente actualizada, en caso de venta o arrendamiento de la propiedad.

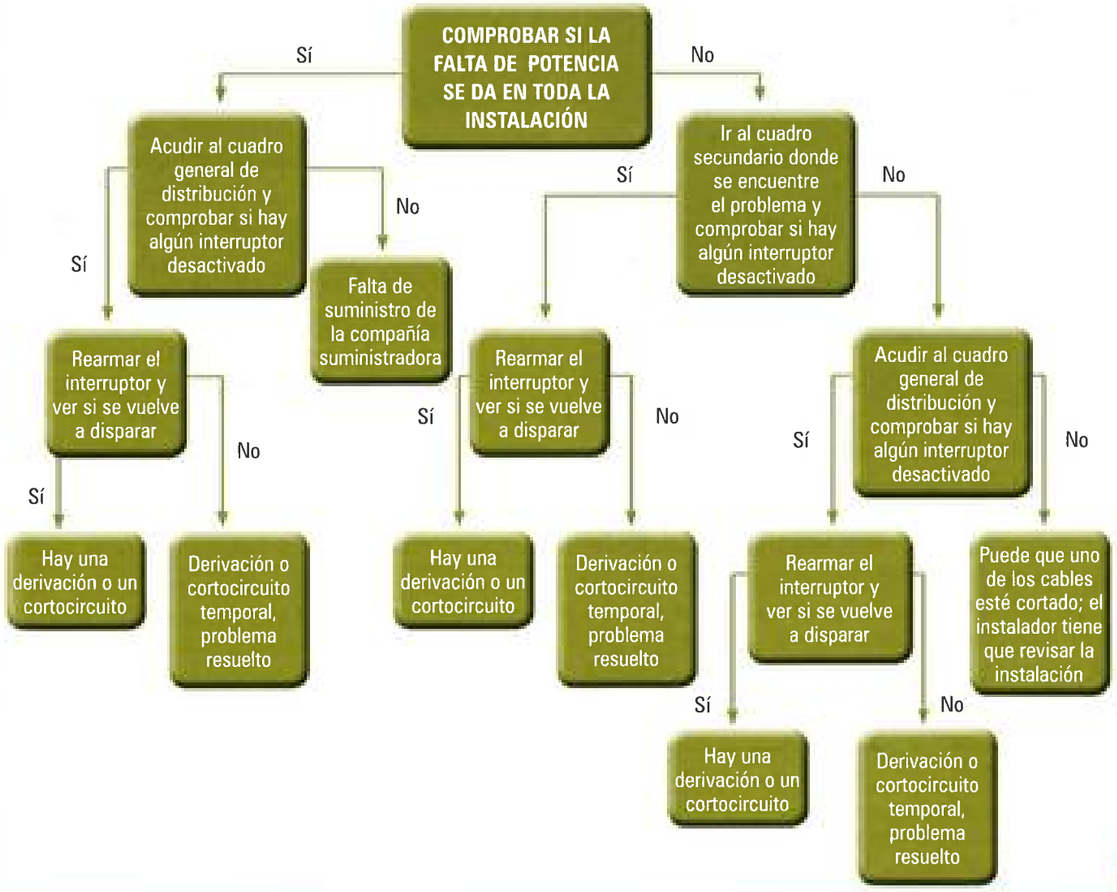

COMPROBAR SI LA FALTA DE POTENCIA SE DA EN TODA LA INSTALACIÓN
Sí
No
Acudir al cuadro general de distribución y comprobar si hay algún interruptor desactivado
Sí
No
Falta de suministro de la compañía suministradora
Rearmar el interruptor y ver si se vuelve a disparar
Sí
No
Hay una derivación o un cortocircuito
Derivación o cortocircuito temporal, problema resuelto
Ir al cuadro secundario donde se encuentre el problema y comprobar si hay algún interruptor desactivado
Sí
No
Rearmar el interruptor y ver si se vuelve a disparar
Sí
No
Hay una derivación o un cortocircuito
Derivación o cortocircuito temporal, problema resuelto
Acudir al cuadro general de distribución y comprobar si hay algún interruptor desactivado
Sí
No
Rearmar el interruptor y ver si se vuelve a disparar
Sí
No
Hay una derivación o un cortocircuito
Derivación o cortocircuito temporal, problema resuelto
Puede que uno de los cables esté cortado; el instalador tiene que revisar la instalación

Figura 5.7. *Ejemplo de diagrama de «actuación en caso de avería» incluido en un manual de instrucciones*

Actividad resuelta

5.1. Elabora un manual de uso y mantenimiento referente a una instalación de puesta a tierra en un edificio de viviendas.

El contenido mínimo del manual debe ser el siguiente:

- Precauciones, prescripciones y prohibiciones asociadas.
- Mantenimiento que debe llevar a cabo el usuario de la instalación.
- Mantenimiento que debe llevar a cabo el profesional cualificado.

Solución:

Manual de uso y mantenimiento de una instalación de puesta a tierra:

1. Precauciones
   - Se debe procurar que cualquier nueva instalación en la que estén presentes elementos metálicos de importancia (estructuras metálicas, pararrayos, antena de televisión, masas metálicas, canalizaciones metálicas, etc.) se conecte a la toma de tierra del edificio.
2. Prohibiciones
   - No se deben interrumpir o cortar las conexiones de la red de tierras bajo ningún concepto.
3. Prescripciones
   - Todos los dispositivos y equipos eléctricos que incorporen la conexión correspondiente deberán ser conectados a la instalación de puesta a tierra.
   - El usuario tendrá a su disposición el plano definitivo de la instalación de puesta a tierra, donde han de quedar reflejados e identificados los distintos componentes que forman parte de la instalación.
   - Cualquier modificación que se realice en la instalación será llevada a cabo por personal cualificado y especializado, el cual realizará un estudio previo considerando las características y el uso en la instalación.
4. Mantenimiento que debe llevar a cabo el personal cualificado
   - Anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco, se comprobará la continuidad eléctrica de los puntos de puesta a tierra.
   - Cada dos años se revisará que el valor de la resistencia de puesta a tierra sigue siendo aproximado al valor medido inicialmente en la instalación. No es recomendable que dicho valor supere los 30 Ω.
   - Cada dos años se comprobará visualmente el estado de todas las conexiones, así como la continuidad de las líneas.
   - Cada dos años se cotejará visualmente el estado frente a la corrosión de todos los elementos que componen la instalación de puesta a tierra.
   - Cada cinco años se estudiará el nivel de aislamiento de la instalación interior, entre los conductores polares y los de protección. El valor obtenido no puede ser inferior a 0,5 MΩ.
   - Después de cada descarga eléctrica que se produzca en el pararrayos, se comprobará la continuidad eléctrica de los puntos de puesta a tierra.
   - Todos los defectos encontrados durante la realización de los trabajos de mantenimiento deben ser subsanados.
5. Mantenimiento que debe llevar a cabo el usuario de la instalación
   - Las arquetas de puesta a tierra han de permanecer en todo momento libres de obstáculos que impidan su visibilidad o acceso.
   - Ante la sequedad excesiva del terreno, en épocas de escasez de lluvias o de intenso calor, será recomendable humedecer periódicamente la red de tomas de tierra en contacto con el terreno.
   - Todas las labores de mantenimiento y resolución de averías deben ser realizadas por personal especializado.

© Ediciones Paraninfo

5.4.3. Gestión de recursos

En determinados proyectos, sobre todo aquellos en los que se incluye una parte de edificación y obra civil, es posible encontrar un documento denominado **cronograma.**

En el cronograma se define un listado de todas las fases de ejecución del proyecto, programando las fechas previstas de comienzo y final y asignando los recursos, materiales y mano de obra necesarios en cada caso.

5.5. Calidad en la ejecución de instalaciones o sistemas

La calidad se define como el conjunto de características inherentes al producto que satisfacen de un modo apropiado las necesidades y requisitos para los que ha sido creado.

Mediante los controles de calidad se establecen las características de un producto para diferenciarlo de sus similares. Es necesario especificar para cada actividad, los parámetros que marcan la calidad de un determinado producto.

5.5.1. Serie de normas ISO 9000: sistemas de calidad aplicados a proyectos

Las normas ISO son normas de calidad establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización. Se componen de estándares y guías de aplicación a los sistemas de gestión aplicables a cualquier organización.

La ISO 9000 es una norma para la gestión y el aseguramiento de la calidad. Está formada por una serie de cinco estándares de sistemas de calidad y constituida por dos documentos guía y tres contractuales.

La finalidad de aplicar esta ISO es la de conseguir mejoras y beneficios. Al mejorar los sistemas de verificación de una empresa, mediante herramientas y personal cualificado, esta puede mejorar las características del producto final.

Dicha norma tiene aplicación sobre las compañías que diseñan, fabrican y ofrecen servicio sobre productos; además asegura los requisitos necesarios para establecer metodologías apropiadas en sus sistemas de calidad.

La finalidad de la aplicación de la norma es la de asegurar un sistema de gestión de la calidad dentro de una empresa de tal forma que sus productos mejoren en cuanto a servicio y eficiencia satisfaciendo las necesidades del cliente. Se promueve un concepto de mejora continua para incrementar la capacidad competitiva en el mercado.

Las normas ISO 9001, 9002 y 9003 son las normas contractuales que sirven para poder otorgar la certificación una compañía:

- ISO 9001 es la norma de más amplia cobertura, debido a que cubre el diseño, producción e instalación.
- ISO 9002, como el resto, es una norma derivada de la anterior; en este caso solo abarca la producción y la instalación.
- ISO 9003 es también es una norma surgida a partir de su predecesora, cubre únicamente la inspección y los ensayos finales.

En cuanto a la norma ISO 9004, se trata de un documento de referencia que se usa de guía para complementar las exigencias contenidas en las normas ISO 9001, 9002 y 9003.

SERIE ISO 9000
Conjunto de normas orientadas a ordenar la gestión de la empresa
ISO 9001, 9002, 9003
ISO 9004
Especifican los requisitos de los sistemas de calidad
Guía para ayudar a la interpretación e implementación del sistema de calidad

Figura 5.8. *Familia de las normas ISO 9000*

5.5.2. Plan de calidad

El plan de calidad abarca todo el proceso de documentación y control de los procesos que se dan en ella desde que comienza la producción de un servicio hasta su finalización. Debe reflejar las características de cada proceso productivo y las actuaciones necesarias para alcanzar la calidad definida en la política de calidad de la empresa.

El plan de calidad ha de quedar definido en un documento en el cual se vuelquen todos los objetivos de la compañía y las pautas adoptadas para alcanzarlos, haciendo referencia a los plazos establecidos y a las medidas adoptadas para que el proceso se realice de manera eficiente.

Para llevar a cabo un plan de calidad, resulta necesario contar con las siguientes indicaciones:

- Establecer un responsable para llevar a cabo todo el proceso de preparación del plan de calidad.
- Documentar todos los procesos que se realizan y crear un diagrama de flujo con todas sus características.
- Establecer las responsabilidades asociadas a cada proceso.
- Definir las necesidades y los objetivos del plan.
- Redactar y presentar un plan adecuado a la situación.

Figura 5.9. *Proceso de creación de un plan de calidad*

Una vez realizado el plan de calidad interno, este puede acreditarse por el Organismo competente encargado de ello. Se lleva a cabo la acreditación atendiendo a la norma ISO a la que se quiera ajustar el plan de calidad desarrollado. Las fases que completan el proceso de acreditación de un plan de calidad se resumen en la figura 5.10.

Actividad propuesta

5.2. Indica dentro de qué fase, de las estudiadas anteriormente, se encuentra cada una de las siguientes situaciones de cara a completar un plan de calidad:

Situación expuesta:

a) Identificación de procesos
b) Explicación detallada del plan de calidad realizado
c) Estudio y modificación del plan por parte de un técnico
d) Actuación de un organismo en el proceso
e) Determinación de responsabilidades
b) Actuación de una empresa especializada en la gestión de recursos

5.6. Gestión de la documentación. Memoria, anexos y estudios con entidad propia

La gestión de la documentación consiste en elaborar, identificar, controlar, clasificar y archivar toda la documentación que se genera al realizar un proyecto. Para la gestión de la documentación es necesario que estén definidos unos requisitos establecidos previamente y que el conjunto de los documentos que forman el proyecto guarden una coherencia entre sí, para poder desarrollar un uso efectivo y eficiente de él. Se ha de asegurar que toda la información usada sea correcta y accesible; además, todo el personal implicado en el proyecto debe estar informado sobre la disponibilidad de la documentación y de su forma de acceso a ella.

Figura 5.10. *Fases del proceso de acreditación de un plan de calidad*

De manera análoga al estudio realizado en la unidad 3 sobre la gestión de la documentación gráfica, a continuación se establecen las especificaciones de gestión documental del resto de contenidos de un proyecto electrotécnico.

5.6.1. Requerimientos de la gestión

Para llevar a cabo una correcta gestión de la documentación de un proyecto, es necesario cumplir determinados aspectos.

Identificación de los documentos

Todos y cada uno de los documentos implicados en el proyecto deben estar identificados a la perfección. Dicho proceso debe realizarse mediante un sistema lo más sencillo y claro posible, como la asignación de una codificación alfanumérica a cada documento en función de su utilidad.

Estandarización

La estandarización de los documentos amoldándolos a la forma de trabajo de la empresa que los realiza permite que puedan ser usados en proyectos posteriores con las mínimas modificaciones, agilizando los procesos.

Archivo

Una vez se tengan los documentos bien identificados, resulta imprescindible archivarlos correctamente. La recuperación de un documento ya guardado debe ser sencilla. A la hora de recurrir al archivado debe plantearse como un almacenamiento indefinido.

Confidencialidad

Los documentos empleados para la realización de un proyecto deben tener asegurada la confidencialidad durante su tratado y durante su permanencia en archivo.

5.6.2. Control de la documentación

La documentación se compone tanto de la que se posee en el momento como de la que se tiene previsto usar o vaya a ser elaborada. Por este motivo se ha de realizar una lista con toda la documentación que resultará necesaria en el proceso de elaboración del proyecto. Cada documento se ha de incluir dentro de una categoría de clasificación: información, borrador, cálculo, normativa, etcétera.

El correcto control de la documentación ha de ser llevado a cabo por el personal cualificado para ello, el cual se encarga de su control, revisión y aprobado.

Figura 5.11. *Archivo*

5.6.3. Gestión de archivos en soporte físico

Una vez gestionada, redactada y ensamblada correctamente toda la documentación de un proyecto, se debe generar un solo documento definitivo. Para ello se recurre al **encuadernado.**

Encuadernar consiste en unir varios documentos en un único *cuaderno* y ponerle, en caso de ser necesario, cubiertas. Con ello se consigue dotar al proyecto de una mejor conservación, un manejo más sencillo y una presentación adecuada.

En caso de que la documentación se componga de hojas de diferentes formatos, se debe recurrir a las técnicas de plegado más adecuadas en cada caso, explicadas en la unidad 3, presentando todo el conjunto a ser posible en formato DIN A4.

Técnicas de encuadernado

Con la evolución de las tecnologías, las técnicas de encuadernado clásicas han quedado relegadas a un segundo plano. Existen muchos métodos de encuadernación, tanto clásicos como modernos. A continuación se exponen las técnicas más comunes y usadas actualmente en la encuadernación de proyectos electrotécnicos:

- ***Espiral:*** se realiza haciendo una fila de agujeros al tomo y pasando una espiral metálica por todos ellos.

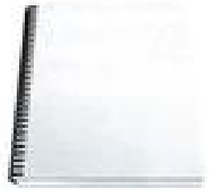


Figura 5.12. *Encuadernado en espiral*

Figura 5.13. *Encuadernación térmica*

Figura 5.14. *Encuadernado con canutillo*

Figura 5.15. *Encuadernación tipo proyecto*

- ***Canutillo:*** es un sistema similar al anterior que se basa en una espiral (generalmente de plástico) que atrapa las hojas perforadas enrrollándose hacia el interior.
- ***Chanel:*** consiste en introducir una guía metálica en el lomo del proyecto que se cierra a presión con un sistema de mordaza.
- ***Proyecto:*** se realiza perforando en el proyecto dos o más agujeros centrados atravesados por un pasador que cierra con un soporte metálico.
- ***Térmica:*** se procede a unir las hojas térmicamente por el lomo del proyecto. Se pega con resina que puede ser recalentada para editar el proyecto añadiendo o quitando hojas.
- ***Cosido:*** se cosen las hojas del proyecto por el lomo mediante uno o varios hilos.

5.6.4. Gestión de archivos en soporte digital

La elaboración de documentos sin el uso de un equipo informático es algo impensable hoy día, por lo que, a la hora de elaborar cualquier proyecto o Memoria Técnica de Diseño, se opta por gestionar **archivos electrónicos.** Existen multitud de programas para realizar los diferentes apartados de la documentación técnica: programas encargados de realizar los cálculos eléctricos necesarios, programas de realización de presupuestos e incluso bases de datos de los propios proyectistas que pueden servir de ayuda en la realización de la documentación. Por supuesto la redacción y compilación de los contenidos se realiza mediante conocidos procesadores de texto.

En la realización de un proyecto se gestionan imágenes, planos, documentos legales, etc. El *software* y los formatos de salida que se emplean en la práctica totalidad de los proyectos son los expuestos a continuación:

Procesadores de texto

La redacción de los proyectos se realiza mediante un procesador de textos; el más usado y conocido es el Microsoft Word. Sus opciones de procesado y edición son muy amplias y su capacidad de insertar imágenes lo hacen de gran utilidad en la redacción de proyectos eléctricos. La extensión de los archivos de Word es *.doc*. En caso de necesidad de enviar archivos electrónicos definitivos a clientes, no se recomienda adjuntarlos en formato *.doc* ya que dichos archivos son editables y pueden ser susceptibles de modificaciones que no es deseable que realice el destinatario del proyecto.

Tratamiento de documentos

El formato más conocido para el almacenamiento y tratamiento de documentos es el de los archivos tipo *.pdf*. Los de esta extensión son documentos preparados para ser transmitidos fácilmente por los usuarios debido a su seguridad y robustez. Pueden generarse documentos *.pdf* desde cualquier aplicación mediante una impresora virtual, lo cual permite generar archivos compactos y protegidos frente a las modificaciones de otros usuarios, si fuera necesario. Resultan de gran utilidad para rellenar formularios electrónicos con campos a completar por el usuario y también son muy usados en gestiones de carácter oficial. Debido a sus características, en caso de necesitar adjuntar un proyecto definitivo a un cliente, si se desea que este no lo modifique a su antojo, se recomienda usar formatos de salida tipo *.pdf*. No obstante, la información contenida en un archivo de tipo *.pdf* se podrá copiar, tanto el texto como las imágenes, a menos que haya sido debidamente protegido.

Hojas de cálculo

Las hojas de cálculo permiten al usuario trabajar con tablas, ecuaciones, gráficos, bases de datos, macros… y otras

Actividad propuesta

5.3. En un documento en formato digital, como por ejemplo un archivo de tipo *.pdf*, es posible insertar, mediante el *software* adecuado, la denominada **firma electrónica**.

La firma electrónica ofrece información acerca de la identidad del firmante del documento, de la fecha y de la hora de la firma, de las modificaciones posteriores que se han producido en el archivo, etcétera.

Responde a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué clase de documentos consideras que deberían ir firmados electrónicamente?

b) ¿Qué ventajas asociadas crees que puede tener la firma electrónica?

c) Al pulsar sobre una firma electrónica, aparece una ventana emergente con varias opciones. Busca información sobre las características y posibilidades que ofrece esta opción de trabajo y gestión.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ALBACETE
RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO
Firmado por: NOMBRE PINO MARTÍN Mª ÁNGELES - NIF 47289323-P
Fecha y hora: 24.03.2013 11:23:27

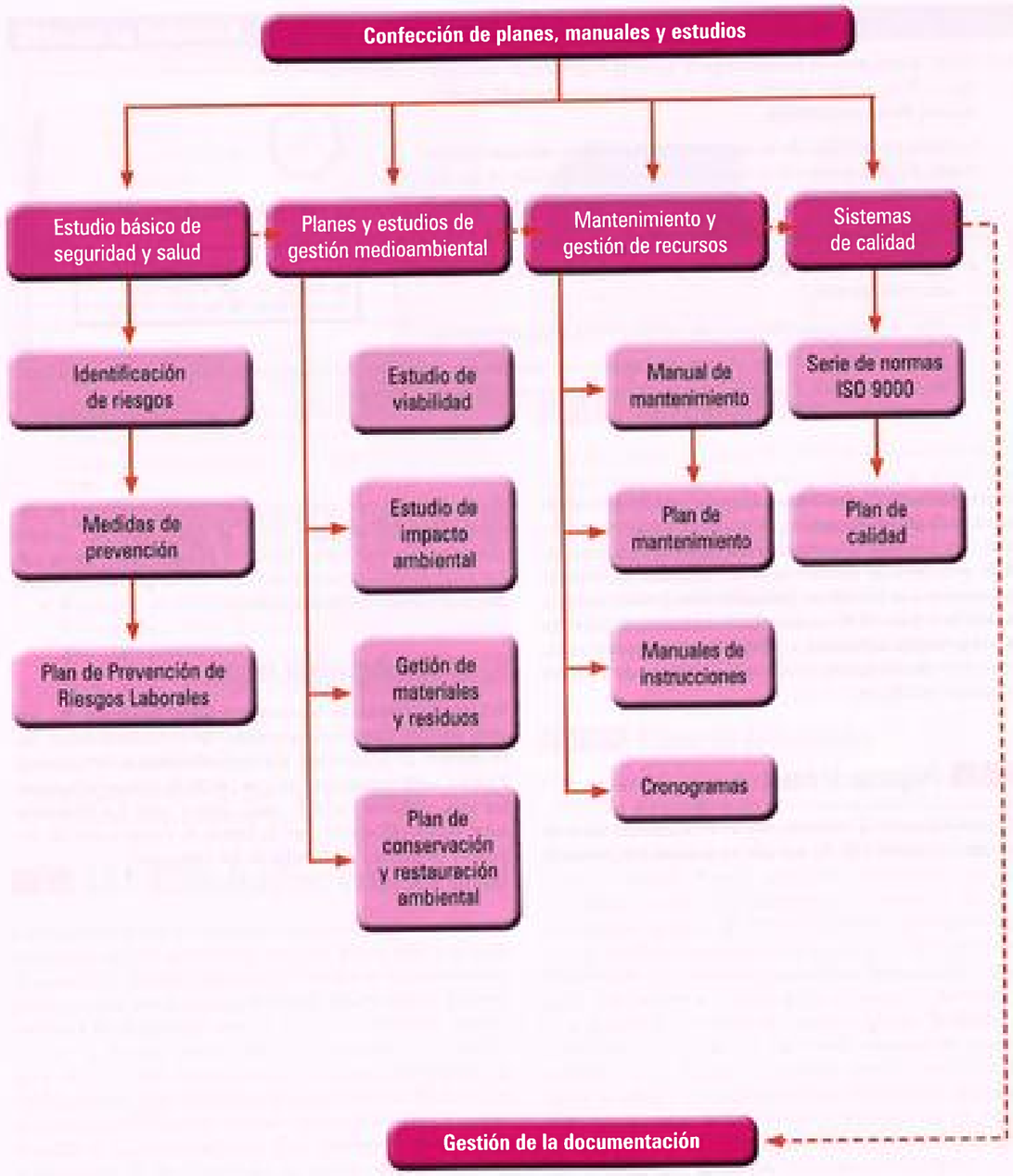
muchas aplicaciones avanzadas. El programa de gestión de hojas de cálculo más usual es Microsoft Excel y su extensión es *.xls*. Las aplicaciones para los proyectos son amplias debido a su interfaz intuitivo y a su capacidad de cálculo. Los usuarios que lo utilizan habitualmente pueden generar sus propias copias de hojas de cálculo en forma de plantilla con sus fórmulas habituales y ser usadas en proyectos similares, como en los presupuestos o en determinados anexos de cálculos eléctricos.

Programas de diseño

Para la realización de planos eléctricos el programa más extendido es AutoCAD. Se trata de un potente programa de diseño asistido por ordenador que permite multitud de posibilidades. Sus archivos tienen la extensión *.dwg,* aunque permiten exportar los archivos en formato *.dxf* y compartir los archivos con otros editores; por ello se puede considerar que este último formato es abierto.

Tratamiento de imágenes

En los proyectos es necesario utilizar imágenes, ya sea para mostrar ciertos componentes de la instalación, o con el objetivo de desarrollar determinados planos y esquemas. Existen multitud de formatos de salida de imágenes aunque los más comunes son *.tiff, .jpeg, .bmp* y *.png*. La diferencia entre todos ellos suele ser la forma de compresión de los datos y la calidad del detalle de las imágenes.


Confección de planes, manuales y estudios
Estudio básico de seguridad y salud
Planes y estudios de gestión medioambiental
Mantenimiento y gestión de recursos
Sistemas de calidad
Identificación de riesgos
Medidas de prevención
Plan de Prevención de Riesgos Laborales
Estudio de viabilidad
Estudio de impacto ambiental
Gestión de materiales y residuos
Plan de conservación y restauración ambiental
Manual de mantenimiento
Plan de mantenimiento
Manuales de instrucciones
Cronogramas
Serie de normas ISO 9000
Plan de calidad
Gestión de la documentación

Actividades de comprobación

5.1. Para dotar a un proyecto de una mejor conservación, un manejo más sencillo y una presentación adecuada se recurre a:

- **a)** Archivar el proyecto
- **b)** Encuadernar el proyecto
- **c)** Realizar copias digitales del proyecto

5.2. El pliego de condiciones es un documento que forma parte:

- **a)** Del Reglamento eléctrico aplicable
- **b)** Del proyecto eléctrico
- **c)** De la Memoria Técnica de Diseño

5.3. Las siglas EPI hacen referencia:

- **a)** A un equipo de protección independiente
- **b)** A un estudio propio interno
- **c)** Ninguna opción es correcta

5.4. La reparación de una avería forma parte del:

- **a)** Mantenimiento preventivo
- **b)** Mantenimiento correctivo
- **c)** Mantenimiento predictivo

5.5. Según lo especificado en un pliego de condiciones, en caso de que, durante el reconocimiento de las obras de ejecución, se detecte un defecto:

- **a)** Se debe plasmar en un anexo al proyecto
- **b)** La empresa encargada de la obra debe subsanarlo
- **c)** El titular de la instalación debe subsanarlo

5.6. La disposición legal referente a la Prevención de Riesgos Laborales, que define el marco en el que han de desarrollarse las distintas acciones preventivas cuyo objetivo es el de mejorar las condiciones de trabajo es:

- **a)** La Ley 54/2003, de 12 de diciembre
- **b)** El Real Decreto 39/1997, de 17 de enero
- **c)** La Ley 31/1995, de 8 de noviembre

5.7. ¿Es posible copiar informáticamente la información contenida en un archivo en formato .pdf?

- **a)** No, nunca
- **b)** Sí, a menos que el archivo esté protegido
- **c)** Sí, en un archivo .pdf no se puede modificar la información, pero siempre resulta posible copiarla

5.8. ¿Qué serie de normas asociarías a un sistema de calidad?

- **a)** Serie de normas UNE 9000
- **b)** Serie de normas ICE 9000
- **c)** Serie de normas ISO 9000

5.9. El documento que analiza si realmente la utilidad social del proyecto justifica el impacto previsto se denomina:

- **a)** Procedimiento de trazabilidad de materiales y residuos
- **b)** Estudio de conservación y restauración ambiental
- **c)** Estudio de viabilidad

5.10. ¿Quién debe asegurarse de que el pliego de condiciones se cumple durante la ejecución de la instalación?:

- **a)** La dirección facultativa
- **b)** El titular de la instalación
- **c)** El proyectista

5.11. Si un determinado incidente extremadamente dañino tiene una probabilidad media de producirse, se considera que es un tipo de riesgo:

- **a)** Intolerable
- **b)** Importante
- **c)** Moderado

5.12. ¿Cuál de los siguientes riesgos, asociados a los trabajos en instalaciones eléctricas de baja tensión, puede ser considerado como de gravedad leve?

- **a)** Caídas a distinto nivel
- **b)** Cortes con herramientas
- **c)** Electrocución durantes los trabajos

Actividades de aplicación

5.1. Indica y resume brevemente las técnicas más comunes y usadas actualmente en la encuadernación de proyectos electrotécnicos.

5.2. Realiza un listado de los principales formatos de archivos en soporte digital asociados a la documentación técnica de las instalaciones eléctricas.

5.3. ¿Qué es un cronograma? ¿Cuál es su utilidad? ¿En qué tipo de proyectos suele incluirse este tipo de documento?

5.4. Define brevemente que es un manual de mantenimiento y cuáles son sus apartados más importantes. ¿Qué diferencias existen con respecto a un manual de instrucciones?

5.5. Enumera al menos diez componentes o productos de una instalación eléctrica que deben aparecer en un pliego de condiciones

5.6. ¿Qué datos deben aparecen en un estudio de impacto ambiental? ¿Cuál es la finalidad de este tipo de documento técnico?

5.7. ¿Cuál es el objetivo básico de un Plan de Prevención de Riesgos Laborales? Resume brevemente los aspectos que deben ser incluidos en este documento.

5.8. Elabora un manual de uso y mantenimiento para un cuadro de mando y protección de una vivienda.

El contenido mínimo del manual debe ser el siguiente:

- Precauciones, prescripciones y prohibiciones asociadas.
- Mantenimiento que debe llevar a cabo el usuario de la instalación.
- Mantenimiento que debe llevar a cabo el profesional cualificado.

5.9. Confecciona un plan de gestión de residuos de obra para un proyecto eléctrico de baja tensión que trate sobre la ejecución de cuatro instalaciones solares fotovoltaicas. Cada una de las instalaciones fotovoltaicas se instalarán sobre la cubierta de una nave industrial; contarán con un acceso a red independiente y su potencia nominal será de 20 kW.

El contenido mínimo del plan de gestión de residuos que se debe elaborar es el siguiente:

- Clasificación y descripción de los residuos.
- Estimación del volumen de residuos generados.
- Medidas de prevención de los residuos y operaciones de clasificación y recogida de los mismos.
- Evaluación de los costes asociados.

5.10. Elabora un extracto correspondiente a un pliego de condiciones técnicas en el que se especifiquen las características y requisitos que deben reunir los interruptores automáticos y los interruptores diferenciales de la instalación eléctrica correspondiente a una instalación de carácter temporal montada en el exterior para la alimentación de maquinaria de obras en construcción.

5.11. Elabora un listado de los principales materiales de seguridad y equipos de protección individual asociados a las instalaciones eléctricas de baja tensión. A continuación, elabora otro listado indicando los principales materiales de seguridad y equipos de protección individual asociados a las instalaciones eléctricas de alta tensión.

Deben quedar resumidas y justificadas en ambos listados las características técnicas y de uso de todos los componentes, especialmente en lo que se refiere a su nivel de aislamiento nominal.

5.12. Realiza un análisis de riesgos y medidas de prevención asociadas a la utilización de escaleras de mano durante la realización de trabajos de montaje en instalaciones eléctricas de baja tensión.

5.13. Confecciona el apartado de un pliego de condiciones correspondiente a la *protección contra contactos directos e indirectos*, perteneciente al proyecto electrotécnico de una escuela infantil cuyas características son las siguientes:

a) Resistencia de puesta a tierra: 1,70 Ω

b) Sensibilidad de los diferenciales utilizados en la instalación: 30 mA y 300 mA

6 Tramitación, legalización y puesta en servicio de instalaciones

Las instalaciones eléctricas tienen que ser legalizadas antes de ser puestas en servicio. Para completar este proceso, deberán cumplir determinados requisitos y condiciones en función de su uso, de sus características técnicas e incluso de la comunidad autónoma en la que se tramite la documentación técnica asociada. En ocasiones será también necesario que se superen determinadas pruebas y verificaciones realizadas por técnicos de la administración, de organismos de control o de la propia compañía eléctrica.

Contenidos

6.1. Proceso de tramitación y legalización en baja tensión
6.2. Certificado de instalación eléctrica en baja tensión
6.3. Documentación asociada a la legalización en baja tensión
6.4. Puesta en servicio de las instalaciones de baja tensión
6.5. Legalización y puesta en servicio de las instalaciones de alta tensión
6.6. Verificaciones e inspecciones

Objetivos

- Dar a conocer en profundidad el proceso de legalización de las instalaciones eléctricas.
- Verificar la documentación técnica requerida en la tramitación de las instalaciones eléctricas.
- Elaborar certificados de instalación eléctrica en baja tensión.
- Identificar qué instalaciones eléctricas requieren inspección inicial y periódica.

6.1. Proceso de tramitación y legalización en baja tensión

Para legalizar una instalación, es necesario tramitar toda la documentación técnica de manera que quede debidamente inscrita en el registro de instalaciones eléctricas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas (DGIEM), de modo que el certificado de instalación eléctrica del titular, obligatorio para recibir suministro eléctrico en su instalación, sea validado.

La legalización de una instalación eléctrica se realiza según el siguiente procedimiento:

1. Elaboración previa a la ejecución de la instalación de la documentación técnica que defina las características de dicha instalación, basándose en el reglamento electrotécnico en vigor. Esta documentación puede ser proyecto o Memoria Técnica de Diseño en función del tipo de instalación.
2. Verificación de la instalación por parte del instalador eléctrico y del jefe de obra en caso de ser necesario.
3. Inspección y verificaciones iniciales por parte del instalador.
4. Emisión del certificado de instalación eléctrica en baja tensión.
5. Trámites con la Administración.

La parte final del proceso de legalización y puesta en servicio de las instalaciones electrotécnicas de baja tensión pasa por diversos trámites con la Administración Pública, las compañías suministradoras de energía eléctrica y con el titular o propietario de la instalación en cuestión. Todas estas gestiones serán detalladas a lo largo de la unidad.

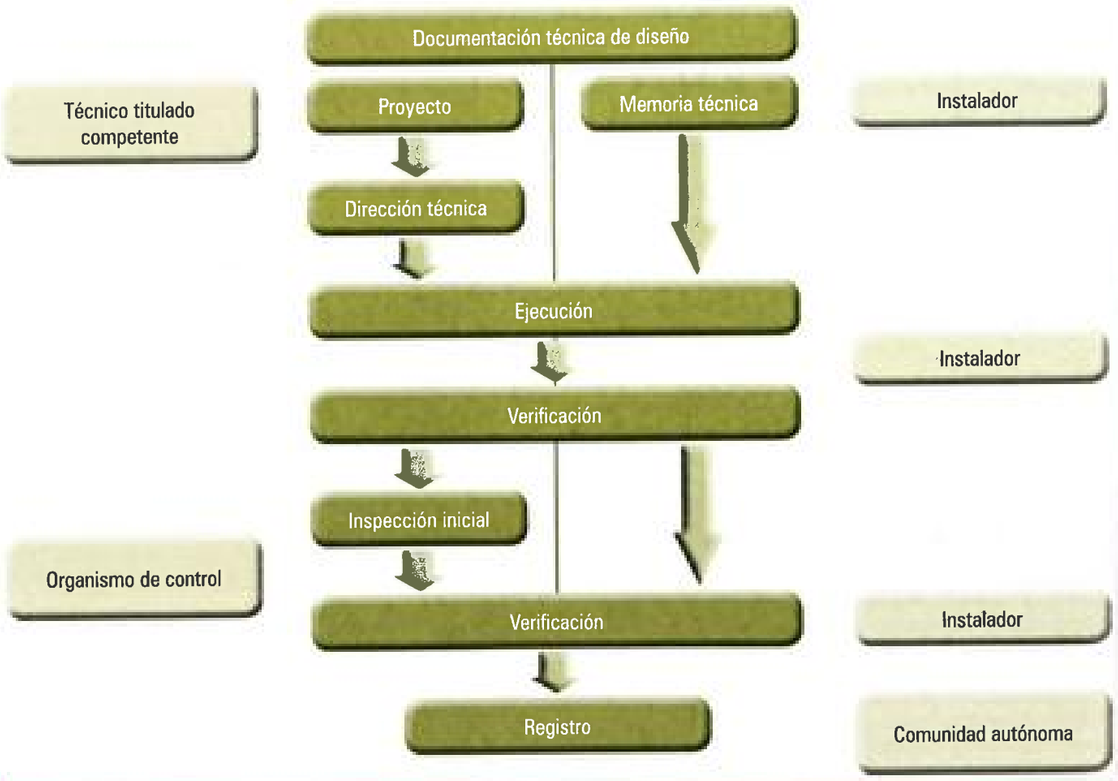


Figura 6.1. *Proceso de tramitación y legalización de las instalaciones eléctricas en baja tensión.* ***En algunas Comunidades Autónomas es posible que las instalaciones documentadas con MTD pasen una inspección inicial a modo de muestreo***

6.1.1. Trámites con la Administración

La tramitación de las instalaciones requiere unos procesos administrativos que pueden diferir en cierta medida dependiendo de la comunidad autónoma en la que se encuentre la instalación que se desee legalizar. Dichos trámites son llevados a cabo por la DGIEM o por el Organismo competente designado por dicha entidad, es decir, un Organismo de Control Autorizado por la Administración Pública, por medio del cual se externalizan algunas de sus competencias.

A pesar de las diferencias existentes en cuanto a la metodología de legalización de las instalaciones, en todas ellas se siguen unas pautas similares que se exponen a continuación.

1. Recepción de la documentación

Una vez ejecutada la instalación, el instalador eléctrico autorizado deberá abonar los pagos y tasas correspondientes para posteriormente aportar la documentación necesaria al Organismo competente encargado de legalizar dicha instalación.

La documentación que se debe aportar, detallada en el apartado 6.3, variará en función de si la instalación necesita un proyecto eléctrico o una Memoria Técnica de Diseño, pero siempre será necesario presentar cinco copias del certificado de instalación eléctrica en baja tensión.

2. Creación del expediente

Una vez recibida la documentación correspondiente, se registra la instalación y se le otorga un número de registro al certificado de instalación eléctrica. En función del tipo de instalación, será necesario realizar una inspección inicial o no.

3. Revisión documental

La documentación aportada es revisada por el técnico acreditado del Organismo competente encargado de la tramitación, el cual comprobará que se aportan los documentos precisos, que el certificado de instalación se encuentra correctamente cumplimentado y que, en el proyecto o Memoria Técnica de Diseño, se hallan incluidos todos los datos necesarios atendiendo a los criterios especificados en cada caso, siguiendo unos protocolos de revisión de documentos específicos.

Tanto el proyecto como la memoria técnica de diseño y el certificado de instalación deben estar debidamente firmados (de manera manual o mediante firma electrónica) por el proyectista o el instalador, según proceda.

4. Informe de deficiencias en la documentación

En caso de existir algún defecto documental, se debe comunicar con el instalador eléctrico que figure en el certificado de instalación, el cual debe encargarse de subsanar dicho defecto y aportar la nueva documentación que fuera necesaria en el plazo de tiempo establecido.

5. Inspección

Se realizará una inspección inicial a las instalaciones que así lo requieran y siguiendo un procedimiento estipulado por parte de un técnico acreditado.

6. Subsanación de defectos

En caso de que durante la inspección se detecte algún defecto grave o muy grave, el técnico competente emitirá el certificado de inspección con resultado *condicionado o negativo.* En tal situación el instalador eléctrico dispone generalmente de seis meses para subsanar los defectos indicados e informar de ello.

7. Segundas inspecciones

Solo en el caso de haber existido defectos en la primera visita, una vez hayan sido subsanados dentro del plazo establecido, el técnico acudirá de nuevo a la instalación y comprobará su subsanación. Si es así, emitirá una nueva acta de inspección con resultado *favorable.*

8. Finalización del expediente

Tras obtener el certificado de inspección con resultado *favorable,* se procede a cerrar el expediente de legalización de la instalación eléctrica. El técnico encargado de ello procede según el procedimiento establecido en cada comunidad autónoma y entrega la documentación correspondiente junto con el certificado de instalación eléctrica en baja tensión con su número de expediente y listo para ser tramitado por la compañía encargada del suministro eléctrico.

El instalador eléctrico autorizado puede solicitar la anulación de un expediente en tramitación aportando una carta justificativa de la decisión al Organismo encargado de la tramitación.

9. Emisión de certificado de inspección

Una vez se ha realizado la inspección y, en caso de ser favorable, se entrega al instalador el certificado de inspección inicial y se le devuelven cuatro copias del certificado de instalación eléctrica en baja tensión con su correspondiente número de tramitación, de las cuales dos serán para dicho instalador, otra para el titular y otra para presentar a la empresa distribuidora con el fin de dar servicio eléctrico a la instalación.

Solicitud de duplicados

El instalador eléctrico autorizado puede solicitar un duplicado del certificado de instalación eléctrica en baja tensión adjuntando al Organismo encargado de la tramitación un escrito a su nombre.

6.1.2. Organismos de Control Autorizado

Los Organismos de Control Autorizado (OCA) son entidades públicas o privadas que se constituyen con la finalidad de verificar el cumplimiento de unas condiciones concretas que deben darse en determinadas instalaciones. En este caso son encargadas de verificar el cumplimiento de las normativas eléctricas aplicables a las distintas instalaciones eléctricas.

Applus+ ATISAE SGS

TÜVRheinland

Figura 6.2. *Principales Organismos de Control Autorizado*

En algunas comunidades autónomas los trabajos de tramitación e inspección de las instalaciones eléctricas se externalizan y son llevados a cabo por estos Organismos de Control Autorizados. En ciertas comunidades se conoce también a estos organismos como Entidades de Inspección y Control Industrial (EICI).

Estos organismos son acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC). ENAC es el organismo estatal designado por la Administración que posee la capacidad de establecer y mantener el sistema de acreditación a nivel nacional, atendiendo a normas internacionales. Es ENAC la encargada de autorizar y acreditar a los Organismos de Control Autorizado para realizar sus trabajos.

Actividad propuesta

6.1. Ponte en contacto con la Delegación Provincial de Industria correspondiente a tu centro de estudios y solicita información acerca de la tramitación y legalización de instalaciones eléctricas. Responde a las siguientes preguntas:

a) Los trabajos de tramitación y legalización de las instalaciones eléctricas ¿se hallan externalizados y los realizan Organismos de Control Autorizado o la propia delegación provincial?

b) ¿Qué organismo realiza los trabajos correspondientes a inspecciones periódicas?

En el supuesto de que la tramitación y legalización se encuentre externalizada, infórmate de los precios y tarifas de tres Organismos de Control Autorizado para la tramitación de distintas instalaciones.

6.1.3. Trámites con la compañía suministradora de energía eléctrica y con el propietario de la instalación

El instalador autorizado hará entrega de dos copias de certificado eléctrico de baja tensión al titular de la instalación, uno para sí mismo y otro para la compañía suministradora de energía eléctrica, tal como queda reflejado en la figura 6.3:

Figura 6.3. *Distribución de las cinco copias del certificado de instalación*

Para formalizar la solicitud del suministro eléctrico, el titular es el encargado de presentar el certificado correspondiente a la compañía eléctrica, que realizará las medidas y ensayos oportunos en cada caso.

En instalaciones de grandes dimensiones, puede resultar necesario que el instalador autorizado entregue a la compañía documentación adicional, como por ejemplo un esquema de la instalación de enlace.

6.2. Certificado de instalación eléctrica en baja tensión

Toda instalación eléctrica debe estar legalizada y puesta en servicio mediante las disposiciones legales que establece cada comunidad autónoma. De entre toda la documentación necesaria para ello, en todas las comunidades autónomas se exige que cada instalación eléctrica posea su certificado propio en baja tensión, más comúnmente conocido como **boletín eléctrico**.

El boletín eléctrico es un documento en el cual se especifican las características básicas de una instalación eléctrica. El encargado de confeccionarlo es el **instalador eléctrico autorizado**, quien debe firmarlo, en nombre de una empresa instaladora, con lo que se hace responsable de que la instalación eléctrica definida en el proyecto o en la Memoria Técnica de Diseño, según corresponda, cumpla la normativa vigente. En definitiva, el instalador que firma el boletín acredita que dicha instalación eléctrica se adecua a las especificaciones indicadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente en el momento.

Se ha de realizar boletín eléctrico en los siguientes casos:

- En toda instalación eléctrica nueva.
- En cualquier ampliación de la instalación eléctrica.
- Cuando se realice una modificación de importancia en la instalación.

Existe una plantilla de certificado eléctrico publicado por el Boletín Oficial del Estado, pero cada comunidad autónoma posee un modelo propio de certificado de instalación, aunque las características básicas que debe recoger son prácticamente las mismas; solo varían el formato y algún tipo de información adicional. A continuación se exponen los datos imprescindibles en dicho documento y su formato extraídos de los certificados de instalación eléctrica en baja tensión de diferentes comunidades autónomas.

6.2.1. Número de expediente

En la parte superior del boletín se indica el número de expediente asignado por el Organismo competente encargado de la tramitación de las instalaciones eléctricas en cada comunidad. Puede incluirse el sello de la entidad encargada de la tramitación (figura 6.4).

6.2.2. Datos referentes al titular

En este apartado se indica el nombre titular de la instalación y su DNI o su CIF, si es una sociedad; en este caso resulta obligatorio que exista una persona física como representante de la sociedad. Se añade el domicilio del titular a efectos de notificaciones. Como contenido adicional algunas comunidades permiten indicar el teléfono y dirección de correo electrónico (figura 6.5).

Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente
Dirección General de Ordenación Industrial y Política Energética

Diligencia de la Dirección General de Ordenación Industrial y Política Energética

Anexo V: JUNTA DE EXTREMADURA

CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

N.º EXPEDIENTE

Figura 6.4. *Extracto de boletín de Extremadura (cabecera)*

Titular (Razón social/ Apellidos y Nombre)		C.I.F./N.I.F.	
Domicilio del titular	Cód. Postal	Población	Teléfono
Representante (Apellidos y nombre)		D.N.I.	
Domicilio de notificaciones	Cód. Postal	Población	

Figura 6.5. *Extracto de boletín de Castilla y León (datos del titular)*

Emplazamiento de la instalación

Tipo de vía (calle, plaza...)	Nombre de la vía	Nº	Bis	Esc	Piso	Puerta
Municipio			CP			

Figura 6.6. *Extracto de boletín de la Comunidad de Madrid (emplazamiento)*

6.2.3. Datos de la instalación

Básicamente es el emplazamiento de la instalación eléctrica objeto. Es importante que la dirección coincida con la indicada en el resto de documentos de la instalación eléctrica (proyecto, memoria, certificado final de obra…). La dirección debe ser la que tenga la compañía para dar el suministro eléctrico (figura 6.6).

6.2.4. Características técnicas de la instalación

En este apartado se definen los datos electrotécnicos imprescindibles de la instalación (figura 6.7):

- Tipo de instalación: se indica si la instalación objeto es nueva, una modificación o una ampliación. Una modificación es cualquiera que no afecte a la potencia máxima admisible de la instalación origen, es decir, todo lo que se realice aguas abajo del interruptor general. Una ampliación puede ser negativa o positiva, pero siempre implica la sustitución del interruptor general por otro de mayor o menor amperaje; con ello varía la potencia máxima admisible de dicha instalación. En algunas comunidades autónomas se permite la opción de cambio de titularidad; en este caso la instalación no sufre modificación alguna más que en lo referente al titular de ella.
- Uso de la instalación: se define el tipo de instalación que es atendiendo a la clasificación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o a las disposiciones particulares de cada comunidad autónoma (vivienda, pública concurrencia, industrial…).
- Interruptor general: refleja la capacidad del interruptor general en baja tensión de la instalación. Se indica su tamaño en amperios (A).
- Tensión de suministro: establece la tensión de alimentación de la instalación eléctrica (monofásica, 230 V; trifásica, 400 V o 230/400 V).
- Potencia máxima admisible: es la potencia máxima capaz de alimentar la instalación; se encuentra marcada por el amperaje del interruptor general y por la tensión de suministro.
- Potencia instalada: es la potencia que suman todas las cargas de la instalación eléctrica objeto.
- Características técnicas de la instalación: lo conforman todas las características adicionales de la instalación como el aforo, la superficie, la sección de la derivación individual, la acometida, la CGP, los contadores, las protecciones y los esquema de distribución, entre otras.
- Empresa distribuidora: es necesario indicar en el boletín la empresa suministradora encargada de ofrecer el servicio eléctrico.

> En caso de no ser necesario indicar alguno de los parámetros técnicos para el tipo de instalación en cuestión (por ejemplo, el *aforo* o la *temporalidad* en una vivienda), se indicará que *no aplica* el dato **(N/A)**.

Características técnicas de la instalación (*) — Temporalidad (1) .- días

Proyecto o MTD por (2) .- | Uso de inst. (3) .- | Superficie .- m² | Aforo (4) .- pers.

Pot. Máx. Adm. (5) .- kW | Pot. amp./mod. (6) .- kW | Pot. Original (7) .- kW | Tensión .- V

Acometida : Punto de conexión (8) .- | Tipo (9) .- | **CGP (esq.) .-** | **BTV (nº sal.) .-**

Línea General de Alimentación Sección .- mm² **Derivación Individual :** Sección .- mm²

Contadores (Ubicación y sistema) : Tipo (10) .- | Situación (11) .-

Protecciones : Int. General A | Prot. contra sobretensiones ☐ Sí ☐ No | Int. Dif. In (A) / Sensib. (mA) .- /

Sistemas de conexión del neutro y de las masas (Esquema de distribución) (12) .-

Empresa distribuidora .-

Figura 6.7. *Extracto de boletín de la Comunidad de Madrid (características técnicas)*

6.2.5. Medidas

Cuando un instalador eléctrico finaliza la instalación por la cual emite el certificado de instalación eléctrica, debe asegurarse de que dicha instalación cumple con unas medidas mínimas de seguridad.

El instalador eléctrico ha de llevar a cabo, como mínimo, la medida de la resistencia de tierra (Ω) y la de aislamiento de los conductores (MΩ), indicando los resultados en el boletín.

La medida de la de tierra indica el valor de la resistencia de puesta a tierra por donde circularía la corriente de fuga en caso de defecto. Posee valores máximos estipulados para determinadas instalaciones, aunque en otras se determina que su valor es correcto en función de la tensión de contacto (Uc).

El aislamiento de un conductor es el encargado de mantener la corriente eléctrica circulando dentro del conductor sin que existan fugas. El aislamiento de un conductor se mide generalmente en escala de MΩ. Según lo estipulado por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los conductores presentarán un aislamiento mínimo de 0,5 MΩ (figura 6.8).

EXAMEN DE LA INSTALACIÓN

★ Verificación de la instalación sin tensión conforme a la norma — Fecha

★ Resistencias de aislamiento entre conductores — Ω

★ Resistencia de aislamiento con tierra — Ω

Figura 6.8. *Extracto de boletín de Castilla-La Mancha (medidas)*

6.2.6. Empresa instaladora

Son todos los datos referentes a la empresa instaladora y al instalador que firma el certificado. Se indica el nombre o razón social de la empresa instaladora, su número de certificado de empresa instaladora y su categoría y especialidad, además del nombre del instalador eléctrico autorizado encargado de firmar con su número de instalador, su categoría y su especialidad. Se adjuntan además la dirección a efectos de notificación de la empresa instaladora. Pueden aportarse en algunas ocasiones datos adicionales como el número de teléfono o la dirección de correo electrónico (figura 6.9).

6.2.7. Firma y sello

Por último el instalador eléctrico autorizado firma el certificado y sella, en caso de ser necesario, junto con la fecha de realización.

Una vez completado correctamente el boletín eléctrico, se adjunta con el resto de la documentación necesaria al Organismo competente de la comunidad autónoma a la que pertenece encargado de la tramitación, legalización y gestión. Tras ello devuelve el boletín tramitado, asignándole

La empresa instaladora en Baja Tensión, que emite este certificado, con la categoría y modalidades reconocidas y adecuadas para intervenir sobre esta instalación, declara haber realizado o reparado y/o reconocido esta instalación, y que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC), aprobados por Real Decreto 842/2002 de 2 agosto de 2002, y de acuerdo con la documentación técnica.

Observaciones

EMPRESA INSTALADORA DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN (persona física o jurídica)

Nombre y apellidos / razón social — NIF/CIF

Representante *(si es persona jurídica)* — NIF

a ___ de ___ de ___

Firma y sello de la empresa instaladora
(o de su representante si esta es persona jurídica)

Fecha y sello
unidad gestora

La puesta en marcha de las instalaciones, con independencia del sellado de este certificado, estará supeditada, en su caso, a la acreditación del cumplimiento de los Reglamentos de Seguridad que le afectan, y/o a la obtención de la correspondiente autorización.

Figura 6.9. *Extracto de boletín de Aragón (datos de la empresa instaladora)*

© Ediciones Paraninfo

Consejería General de Industria, Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
COMUNIDAD DE MADRID

Nº exp. -
Sello y fecha EICI

CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

TITULAR

Apellidos y nombre o Razón Social - | D.N.I. - N.I.F.
Domicilio (calle o plaza y número) - | C.P.
Municipio | Provincia | Teléfono | Fax | Correo-e -
Representante (cuando proceda) - | D.N.I. -

DATOS DE LA INSTALACION

Emplazamiento de la instalación

Tipo de vía (calle, plaza...) | Nombre de la vía | Nº | Bis | Esc. | Piso | Puerta
Municipio | C.P. -

Características técnicas de la instalación (*)

Temporalidad (1) - días
Proyecto o MTD (pot. (2) - | Uso de inst. (3) - | Superficie - m² | Aforo (4) - pers.
Pot. Max. Adm. (5) - kW | Pot. aprox. instal. etc. - kW | Pot. Original (6) - kW | Tensión - V

Acometida : Punto de conexión (8) - | Tipo (9) - | **C.G.P. (esq.) .-** | **BTV (nº sal.) .-**
Línea General de Alimentación Sección - mm² | **Derivación Individual :** Sección - mm²
Contadores (Ubicación y centralización) : Tipo (10) - | Situación (11) -
Protecciones : Int. General A | Prot. contra sobretensiones ☐ Si ☐ No | Int. Dif. In (A) / Sensib. (mA) - /
Sistemas de conexión del neutro y de las masas (Esquema de distribución) (12) -

Empresa distribuidora .-

Observaciones (Descripción de los trabajos realizados y de la instalación si se elige Categoría Z para el Uso)

Se realiza una reforma del alumbrado de emergencia, sustituyendo las defectuosas y añadiendo algunas nuevas, dicha modificación no llega a 1 kW de potencia

EMPRESA INSTALADORA

Apellidos y nombre o razón social | Nº certif. Empresa instaladora
SITELSUR S.L.
Categoría y especialidad de la empresa instaladora ☐ Básica ☐ Especialista | Cat. y especialidad del instalador ☐ Básica ☐ Especialista
Nombre del instalador | Nº certif. Instalador -
Domicilio (calle o plaza y número) | C.P.
Municipio | Provincia | Teléfono | Fax | Correo-e -

CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA INSTALADORA

El instalador autorizado que suscribe o la empresa instaladora referenciada y en su nombre el titular del certificado de cualificación individual con nombre y número antes indicados, certifica haber ejecutado la instalación referenciada documentada en Memoria Técnica de Diseño ☐ Proyecto ☐ con nº de Visado _____ y fecha _____ correspondiente, de acuerdo al vigente R.E.B.T., sus I.T.C y las normas particulares de la empresa distribuidora y haber realizado la verificación de las instalaciones, con resultado favorable, según consta en el presente certificado.

☐ Aplica y se incluye certificación sobre el cumplimiento del R.D. 1890/2008, RIEAE. Pot. instalada luminarias y aux. R.D. 1890/2008 kW
☐ No aplica el R.D. 1890/2008 ☐ Aplica ITC-B-T 51 sobre inst. de sist. de autom., gestión técnica de la energía y seg. para viviendas y edificios

a de de

D./Dª

Firma de Instalador Autorizado

(1) pot. Para nueva N/A
(2) Para pot. > 50 kW, consultar el Reglamento.
(3) Pot. aparente en kVA, consultar el Reglamento.
(4) Para pública concurrencia.
(5) Pot. aparente en kVA. En caso de A o M corresponde a la potencia final de la instalación.
(6) En caso de A o M corresponde a lo ampliado y/o modificado. N/A si es nueva
(8) CT (Centro de transformación) o RBT (Red de baja tensión)
(9) Aérea, Subterránea
(10) Armario, Local.
(11) Fachada, planta sótano,
(12) TT, TN, IT y descripción

VERIFICACIONES POR MEDIDAS Y ENSAYOS

1. Resistencia de puesta a tierra | Ω
2. Resistencia de aislamiento de los conductores | MΩ
3. Otras

(*) Se cumplimentarán todos los campos de "Características técnicas de la instalación" de este documento, independientemente de que se rellenen con texto "no aplica" o una fórmula de campo de "Observaciones a las alegaciones sobre las ejecuciones que se contemplan".

El presente boletín se emite exclusivamente a los efectos previstos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y disposiciones complementarias, sin implicar el cumplimiento por parte del Titular de la instalación de todos los requisitos que pudiera imponer la normativa vigente para la puesta en servicio y suscripción de contrato de suministro eléctrico.

Los datos que se recogen en boletín electrónico a su disposición con el consentimiento del cualificado, quien tiene derecho a decidir quién puede tener sus datos, para qué los usa, solicitar que los mismos sean exactos y que se utilicen para el fin que se recogen, con las excepciones contempladas en la legislación vigente. Para cualquier información relacionada con este modelo puede dirigirse al teléfono de información administrativa 012. Si usted tiene alguna sugerencia que permita mejorar este impreso le rogamos nos la haga llegar a la Consejería de Presidencia, D.G. de Calidad de los Servicios y Atención al Ciudadano.

EJEMPLAR PARA LA DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS

Figura 6.10. *Certificado de instalación eléctrica oficial de la Comunidad de Madrid*

Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha

CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

Sello de la Delegación Provincial

Documentación adjunta a este certificado
- ☐ Memoria Técnica de Diseño
- ☐ Proyecto
- ☐ Dirección de Obra
- ☐ Certificado de Inspección por OCA

Nº Expediente

Titular de la Instalación

Apellidos y Nombre o Razón Social | DNI / CIF

Situación

Calle o Plaza | Nº | Piso | Puerta
Localidad | Provincia

DATOS DE LA INSTALACIÓN

USO A QUE SE DESTINA	POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE	TENSIÓN

EXAMEN DE LA INSTALACIÓN

★ Verificación de la instalación sin tensión conforme a la norma — Fecha
★ Resistencias de aislamiento entre conductores — Ω
★ Resistencia de aislamiento con tierra — Ω

EMPRESA DISTRIBUIDORA

ORGANISMO DE CONTROL QUE EFECTÚA LA INSPECCIÓN FAVORABLE

El Instalador Autorizado en Baja Tensión que suscribe inscrito en esta Delegación Provincial de la Consejería de Industria y Trabajo con el Nº..... y Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión Nº_____ declara haber ejecutado esta instalación de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002). Igualmente declara haber entregado al titular de la instalación el correspondiente anexo de información al usuario (esquema unifilar de la instalación con las características técnicas fundamentales de los equipos y materiales eléctricos instalados y un croquis de su trazado).

Fecha y Firma del Instalador Autorizado

Sello de la Empresa Instaladora

Ejemplar para EL TITULAR

Figura 6.11. *Certificado de instalación eléctrica oficial de Castilla-La Mancha*

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA E INDUSTRIA

ANEXO II

CERTIFICADO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

COPIA Nº | IMPRESO Nº | DCE Nº

TITULAR | CIF O NIF
EMPLAZAMIENTO | PISO
PROVINCIA | AYUNTAMIENTO
EMPRESA DISTRIBUIDORA

El titular del certificado de cualificación individual que suscribe, registrado con el carnet número _____, declara haber efectuado esta instalación según el vigente Reglamento electrotécnico para baja tensión y las demás normas que le son de aplicación.

Fecha ___/___/_____

(Firma del titular del CCI y sello del instalador autorizado).

Diligencia de la delegación

GRADO DE ELECTRIFICACIÓN
DERIVACIÓN INDIVIDUAL
LONGITUD | SECCIÓN
TENSION V | POTENCIA W

PROTECCIONES

INTERRUPTOR GENERAL AUTOMÁTICO	INTERRUPTOR DIFERENCIAL		RESISTENCIA A TIERRA
	INTENSIDAD (A)	SENSIBILIDAD (A)	
			Ω

CIRCUITOS

Nº	DESIGNACIÓN	SECCIÓN mm²	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (A)

OBSERVACIONES:

ORGANISMO DE CONTROL
ACTA Nº

Figura 6.12. *Certificado de instalación eléctrica oficial de la Xunta de Galicia*

un número de expediente, al instalador eléctrico autorizado, quien se queda con su copia correspondiente; asimismo, el titular y la compañía eléctrica han de recibir sendas copias para poder dar de alta el servicio eléctrico.

El número de certificados de baja tensión que se debe presentar dependerá del tipo de instalación. Por ejemplo, en un edificio de viviendas resulta necesario presentar cinco certificados para cada una de las viviendas, para cada uno de los cuadros de servicios comunes, para cada una de las líneas generales de alimentación y para otras instalaciones que puedan estar incluidas, como garaje o piscina.

Nota: cada comunidad autónoma posee un modelo de certificado de instalación eléctrica y Memoria Técnica de Diseño, que podrás encontrar y descargar desde la página web de la editorial, www.paraninfo.es

Actividad propuesta

6.2. Cumplimenta el certificado de instalación eléctrica de tu comunidad autónoma con los datos y apartados necesarios representativos de una instalación eléctrica con las siguientes características:

- Tipo de instalación: reforma de un centro cultural. Se ha modificado la derivación individual por un aumento de potencia.
- Superficie: 230 m².
- CGP esquema 7, con fusibles de 250 A, montaje en nicho empotrado en pared.
- Suministro trifásico: 230/400 V.
- Centralización de contadores en local situado en semisótano.
- Nueva derivación individual de cobre, de 4 × 35 mm² + TT 16 mm².
- Instalación eléctrica.
  - Interruptor general automático de 4 × 32 A.
  - Interruptor general automático anterior a la reforma de 4 × 16 A.
  - Interruptor general diferencial de 4 × 40 / 30 mA.
  - Sección de los conductores de la instalación de puesta a tierra: 16 mm².

El resto de características técnicas serán cumplimentadas justificando la elección y realizando los cálculos adecuados cuando sea preciso.

6.3. Documentación asociada a la legalización en baja tensión

Una vez ejecutada la instalación, será el propio instalador eléctrico autorizado el encargado de aportar la documentación necesaria al Organismo competente de la provincia donde se encuentre ubicada la instalación, el cual tramitará y legalizará dicha instalación para que el titular pueda posteriormente realizar la solicitud del suministro eléctrico a la correspondiente empresa suministradora de energía eléctrica.

La documentación que se debe aportar varía en función de cada comunidad autónoma y de si la instalación requiere un proyecto eléctrico o Memoria Técnica de Diseño. De manera genérica, puede establecerse que, en caso de necesitar una **Memoria Técnica de Diseño** para su legalización, se deberá aportar la siguiente documentación:

- Justificantes de pagos y tasas.
- Cinco copias del certificado de instalación eléctrica.
- Dos copias de la Memoria Técnica de Diseño (modelo oficial de cada comunidad, incluyendo los planos y esquemas necesarios).
- Fotocopia del certificado de empresa instaladora.
- Anexo de información al usuario.
- Autorización del titular al instalador para tramitación de expediente.
- Fotocopia de la documentación personal del instalador o del titular cuando proceda.

En el supuesto de necesitar un **proyecto** para la legalización de la instalación, se aportará, además de la documentación anterior (exceptuando la MTD):

- Dos copias del proyecto redactado, firmado por titulado competente y visado por el Colegio Oficial respectivo.
- Dos copias del certificado final de obra.
- Declaración responsable del proyecto y declaración responsable del certificado final de obra (solo en el supuesto de que ambos documentos no hayan sido visados).

Asimismo, y si el tipo de instalación lo requiere, se debe adjuntar adicionalmente la siguiente documentación, en función de cada caso:

- Memoria o proyecto de eficiencia energética cuando la potencia del alumbrado exterior supere los límites establecidos.
- Clasificación de zonas con riesgo de incendio o explosión y equipos y materiales utilizados, o proyec-

© Ediciones Paraninfo

to de ventilación forzada para desclasificación de los volúmenes, *para locales con riesgo de incendio o explosión.*

- Descripción y características del segundo suministro: suministro de socorro, reserva o duplicado *para las instalaciones que así lo requieran por su potencia, uso o características.*
- Hoja de ruta, *en instalaciones temporales.*
- En el caso específico de modificaciones en *locales de pública concurrencia*, y dependiendo de la comunidad autónoma donde se localice la instalación, el Organismo competente podrá exigir el certificado de inspección periódica en vigor o el contrato de mantenimiento cuando se estime oportuno.
- En instalaciones cuya *actividad no esté definida* en el momento de finalizar la instalación, el Organismo competente podrá exigir una declaración jurada firmada por el titular, siempre que lo considere oportuno.

6.3.1. Tarifas y tasas

Para tramitar una instalación por medio del Organismo correspondiente, se deben abonar unas determinadas tasas y tarifas, que varían en función de la comunidad autónoma en la que se tramite la instalación.

Pago de la tarifa

Tanto en alta como en baja tensión la legalización de una instalación eléctrica lleva asociada una tarifa que se debe abonar al Organismo encargado de la tramitación en cada comunidad autónoma. Normalmente las tarifas oscilan dependiendo de la potencia máxima admisible de la instalación en caso de ser nueva, o de la potencia modificada o ampliada en caso de ampliaciones y modificaciones. En las instalaciones a las que se les aplica eficiencia energética, la tarifa cambia según el número de retículas que se inspeccionan.

Pago de tasa administrativa

Se puede definir como la tributación necesaria al registrar o modificar determinados datos. Aplicado a las instalaciones eléctricas, es una tasa que se ha de pagar por asignar un titular a una instalación, ya sea nueva, modificada o ampliada. Generalmente la cantidad que se abona depende directamente del presupuesto indicado en el proyecto de la instalación eléctrica objeto. En caso de realizarse la legalización por medio de una Memoria Técnica de Diseño, se establece un coste fijo.

En la Comunidad de Madrid, por ejemplo, el modelo de tasa administrativa es el denominado **030**.

6.3.2. Certificado de empresa instaladora

Para que un instalador eléctrico autorizado pueda ejercer como tal, debe estar dado de alta en una empresa instaladora autorizada.

Una empresa será considerada como instaladora eléctrica autorizada si se encuentra en posesión del certificado de empresa instaladora que la acredite para realizar los trabajos en instalaciones eléctricas. Si se desea obtener el certificado, debe solicitarse en la Administración Pública correspondiente y cumplir con los requerimientos definidos en cada comunidad autónoma, aunque el carné posee carácter estatal.

Empresas instaladoras en baja tensión

- Categoría básica (IBTB): permite realizar, mantener y reparar instalaciones eléctricas en baja tensión básicas que no requieran la categoría de especialista.
- Categoría especialista (IBTE): permite desarrollar los trabajos correspondientes a la categoría básica y a las definidas como de tipo especial: sistemas de control, control de procesos, instalaciones generadoras, quirófanos y salas de intervención, locales con riesgo de incendio y explosión, entre otras.

Empresa instaladora en alta tensión

- LAT 1: para líneas aéreas o subterráneas de alta tensión de hasta 30 kV.
- LAT2: para líneas aéreas o subterráneas de alta tensión sin límite de tensión.

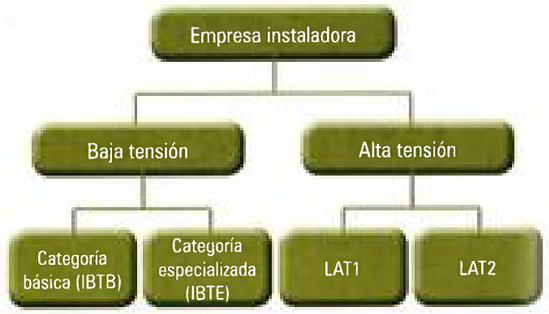


Figura 6.13. *Categorías de las empresas instaladoras en BT y AT*

© Ediciones Paraninfo

El documento que acredita que una empresa está registrada como *instaladora de electricidad* varía dependiendo de la comunidad autónoma, lo que en ocasiones requiere que deba ser compulsado para que un instalador pueda ejercer su actividad en una comunidad distinta.

6.3.3. Dirección de obra y certificado final de obra

La dirección de obra consiste en la ejecución en campo del proyecto de la instalación eléctrica. El jefe de obra debe interpretar lo redactado en el proyecto y organizar y desarrollar las obras de forma que se finalicen tal y como han sido descritas en el proyecto de ejecución correspondiente. Se necesita cumplimentar el documento de inicio de obra. Se ha de solicitar en la Administración correspondiente, así como todas las licencias o permisos oportunos para llevar a cabo la ejecución de la obra de una manera óptima. Una vez terminada la instalación, se realiza la liquidación y recepción de la obra. En este momento el cliente, junto con el jefe de obra, evalúan el estado final atendiendo a lo proyectado, determinando si se adecua al resultado final establecido por ambas partes al comienzo de dicha obra. Por último se determina el estado económico final atendiendo a los costes definitivos y se emite el **certificado final de obra** (figura 6.15).

Este implica que la obra se halla finalizada a todos los efectos; por lo tanto, no se emitirá hasta constatar la finalización completa de los trabajos acordados. Existe un modelo tipo de certificado final de obra, que puede variar sustancialmente en las diversas comunidades autónomas. Por norma general certifica que las obras han sido ejecutadas y finalizadas en dicha fecha por la persona que lo firma, siendo personal competente autorizado para llevarlas a cabo. Además asegura que dichas obras se han realizado tal y como estipula el proyecto; en caso de existir alguna modificación de última hora en cuanto a los datos del proyecto ejecutables en obra, se pueden añadir en forma de anexo en el propio certificado final de obra, que deberá ser visado por el colegio correspondiente o presentar junto a él una declaración responsable por parte del director técnico de las obras que firma el certificado.

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las instalaciones serán llevadas a cabo por la empresa instaladora que las ejecute.

6.3.4. Visado y declaración responsable

El visado es un procedimiento de control mediante el cual un Colegio, en ejercicio de una función pública atribuida por la ley y con competencia para ello, certifica que dicho proyecto realizado por un colegiado se adecua a la normativa y requisitos establecidos; con ello el Colegio asume la responsabilidad frente al Estado y la sociedad. El Real Decreto 1000/2010 de 5 de agosto, artículo 12, establece que es obligatorio el visado en proyectos de ejecución y certificados finales de obra de edificación, demolición de edificaciones y otros casos especiales.

Existen Colegios Oficiales encargados de representar a sus colegiados en las diferentes funciones que este desempeña. El autor de un proyecto de una instalación eléctrica debe hallarse inscrito en su correspondiente Colegio de Ingenieros, el cual le asigna un número de colegiado que lo acredita como miembro.

Con el visado se garantiza:

- La identidad del autor.
- La habilitación del autor, que acredita que dicha persona se encuentra en posesión del título profesional requerido y no dispone de ningún tipo de inhabilitación para firmar los trabajos.
- Que el trabajo ha sido revisado y comprobado por el correspondiente Colegio Oficial encontrándose en cumplimiento de las disposiciones legales requeridas que sean de obligada aplicación para la realización de los trabajos.

El visado del proyecto garantiza la cobertura de la responsabilidad civil del ingeniero colegiado, mediante la póliza colectiva de responsabilidad civil que tiene suscrita el Colegio.

Figura 6.14. *Visados ordinarios*

Los proyectos eléctricos y certificados finales de obra asociados pueden ser firmados por un ingeniero técnico industrial, por un graduado en ingeniería o por un ingeniero industrial superior. Debe hallarse inscrito en su correspondiente colegio para poder visar dichos documentos.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID

C/Jordán, 14
28010-Madrid
Telf. 91 448 24 00
Fax 91 448 34 58
E-mail: coitim@coitim.es

D/Dª. **FLORENTINA FERNÁNDEZ VEGA** colegiado nº **12.065** de Ilustre Colegio Oficial de INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID.

CERTIFICA:

1.- Que es el Director Técnico de las obras e instalaciones siguientes:

TITULAR: **M. J. PIÑAS, S.A.**

SITUACIÓN: **AVDA. DE JUAN CARLOS I, Nº 132**

MUNICIPIO: **28231 LAS ROZAS DE MADRID**

DESTINO: **TIENDA DE ROPA**

2.- Que las obras e instalaciones descritas han sido ejecutadas con estricta sujeción al Proyecto Nº DE VISADO **07041951/01** DE FECHA **24/10/2012**, como parte del expediente promovido por el solicitante.

3.- Que tales obras e instalaciones se han realizado bajo la supervisión y dirección técnica del que suscribe, habiéndose finalizado el día **08/02/2013**

4.- Que en el desarrollo de los repetidos trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas y de seguridad y se han realizado todas las pruebas previstas en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones que el proyecto comprende.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID
VISADO
CON DIRECCIÓN
07041951/01 08/02/2013
12065 FLORENTINA FERNÁNDEZ
CA:300885

Figura 6.15. *Ejemplo de certificado final de obra de la Comunidad de Madrid*

Proyecto Nº DE VISADO **07041951/01** DE FECHA **24/10/2012**:

5.- Que los elementos de la obra afectados por los Reglamentos vigentes y medidas de seguridad adoptadas así como las pruebas y mediciones efectuadas son:

- Medición de la resistencia de puesta a tierra: **13,63 Ohm**
- Aislamiento de conductores: Entre conductores activos: **> 0,5 MOhm**
  Entre conductores y tierra: **> 2,5 MOhm**
- Tiempo de disparo de interruptores diferenciales: **< 310 ms**

6.- Que los Reglamentos Técnicos de Seguridad que afectan a dichas instalaciones son:

- **REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN, aprobado mediante el RD 842/2002, de 02 de agosto.**
- **CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**
- **NORMAS DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA**

Y para que conste firmo el presente en **MADRID**, a **08** de **FEBRERO** de **2013**

VISADO DEL COLEGIO OFICIAL

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE MADRID
VISADO
CON DIRECCIÓN
07041951/01 08/02/2013
12065 FLORENTINA FERNÁNDEZ
CA:300885

El Ingeniero Técnico

(Director Técnico)

Fdo.:

Figura 6.15. *Ejemplo de certificado final de obra de la Comunidad de Madrid (continuación)*

Si un ingeniero con otra especialidad quiere realizar y firmar un proyecto de una instalación eléctrica, puede solicitar a la Dirección General de Industria y Minas el permiso correspondiente. En caso de ser aprobado por este Organismo, en disposición de la normativa, podrá realizar el proyecto y firmarlo.

Visado electrónico

Con la aprobación de la Ley de Firma Electrónica (Ley 59/2003, de 19 de diciembre) es posible firmar digitalmente documentos oficiales. Los Colegios Oficiales permiten a sus colegiados obtener una firma electrónica para rubricar los documentos que han de ser presentados. Es un instrumento que sirve para autentificar la procedencia y la integridad de los documentos, lo que facilita su gestión a través de oficinas virtuales que agilizan las tramitaciones.

Figura 6.16. *Visados electrónicos*

Declaración responsable

Cualquier ingeniero autorizado para realizar un proyecto eléctrico se halla en la disposición de no visar dicho proyecto ni el certificado final de obra si así lo desea. En dicho caso el ingeniero que firma estos documentos ha de presentar, junto con ellos, una declaración responsable. Existe una para el proyecto y otra para el certificado fin de obra; a pesar de compartir el mismo formato, se presenta una diferente para cada documento. Con estas declaraciones el autor asume toda responsabilidad sobre el proyecto y el certificado final de obra, asegurando que cumple con las normativas y disposiciones establecidas. De este modo no existe Colegio o Administración que se haga responsable del autor de proyecto, pues toda responsabilidad es asumida totalmente por el autor al aceptarlo así con la declaración responsable.

En determinadas comunidades autónomas existen declaraciones responsables referidas a otro tipo de documentación técnica, con el objetivo de que se puedan realizar tramitaciones telemáticas a través de Internet. Un ejemplo muy claro lo ofrece la Junta de Andalucía, que permite a los instaladores eléctricos presentar certificados de instalación *online* adjuntando, entre otros documentos, una declaración responsable (figura 6.17).

La Ley 25/2009, de 22 de diciembre, más conocida como *Ley Ómnibus*, se aprobó con el objetivo de garantizar el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. En lo que a instalaciones eléctricas se refiere, dicha ley afecta en que, a partir de su entrada en vigor, no es obligatorio visar un proyecto ni su certificado fin de obra correspondiente; bastará con presentar el correspondiente documento de declaración responsable en cada caso.

Actividad propuesta

6.3. Busca en Internet información acerca de si la Delegación Provincial de Industria correspondiente a tu lugar de residencia permite realizar tramitaciones telemáticas de las instalaciones eléctricas y, en caso afirmativo, qué requisitos y documentos deben presentarse.

6.3.5. Anexo de información al usuario

Se trata de un dossier que ha de adjuntarse con el resto de la documentación necesaria para legalizar una instalación eléctrica. En él se exponen una serie de consejos, advertencias y recomendaciones que debe tener en cuenta el usuario final de la instalación para hacer un uso adecuado de la misma y mantenerla en buen estado, con el objetivo de evitar posibles accidentes o defectos derivados de su mala utilización y mantenimiento.

Este anexo es un documento estándar para todas las tramitaciones, puesto que sus consejos son aplicables a cualquier instalación de baja tensión. El instalador eléctrico autorizado es el encargado de adjuntarlo y entregarle una copia al titular o usuario de la instalación. Dicho usuario puede además solicitar al instalador la información necesaria para llevar a cabo un correcto manejo del anexo.

La Guía Técnica de aplicación del REBT establece las recomendaciones básicas de uso y mantenimiento que debe contener este documento. En la figura 6.18 se muestra el modelo estándar de anexo de información al usuario.

© Ediciones Paraninfo

ANEXO III

JUNTA DE ANDALUCÍA — CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA

PROCEDIMIENTO DE PRESENTACIÓN TELEMÁTICA DE CERTIFICADOS DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

DECLARACIÓN RESPONSABLE

D./Dña. _____ con DNI _____

en calidad de Representante legal de la empresa _____

DECLARA

Que se responsabiliza de que todos los Certificados de Instalación de Baja Tensión, así como la documentación técnica asociada a cada uno de ellos, realizados por los trabajadores con Certificado de Cualificación Individual que trabajan en la empresa y presentados de forma telemática por la empresa o un tercero representante de la misma, serán sellados por la empresa y firmados por el trabajador con Certificado de Cualificación Individual que haya realizado la instalación, tras la validación electrónica de la Administración y, si así no lo hicieran, la empresa asumirá las responsabilidades que sobre dichos trabajadores pesa de acuerdo con el artículo 33 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el artículo 8 del Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.

Y, para que conste, expido la misma

En _____ a _____ de _____ de .....

EL/LA REPRESENTANTE LEGAL

001106/A03

Fdo.: _____

Figura 6.17. *Modelo de declaración responsable de la Junta de Andalucía para presentar telemáticamente certificados de instalación*

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA | GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN; ASPECTOS GENERALES. REAL DECRETO 842/2002 | GUÍA-BT-RD 842/02. Edición: Sep. 03. Revisión: 1

CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

1 Antes de efectuar su póliza de abono (contrato con la Cía. Suministradora, [illegible] electricista Autorizado, la propia Compañía o profesional competente para elegir la tarifa y potencia más conveniente para usted.

2 No sobrepasar [illegible] la potencia contratada con la Cía. Suministradora de energía, puesto que se le disparará el ICP (interruptor de control de potencia), dejándole a usted sin servicio en toda la vivienda o local. Desconecte algún aparato (los de más potencia) y vuelva a accionar el ICP, desconecte el Interruptor General, y vuelva a conectar el ICP. Si aún así se dispara, avise a su compañía suministradora porque la avería está en el ICP.

3 Si se le dispara el IAD (interruptor automático diferencial) en el cuadro general de mando y protección, actúe de la forma siguiente:
a) Desconecte todos los PIAS y conecte el IAD.
b) Vaya conectando uno a uno todos los PIAS y el circuito que le haga disparar nuevamente el IAD es donde existe la avería. En este caso, desconecte los aparatos y [illegible] circuito, y [illegible] se dispara, la avería es de los aparatos. Si se dispara [illegible] este circuito, por lo que tendrá que avisar a su Instalador Autorizado.

4 Si se le dispara un PIA (pequeño interruptor automático) en el cuadro general de mando y protección, puede ser debido a estos dos casos.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA | GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN; ASPECTOS GENERALES. REAL DECRETO 842/2002 | GUÍA-BT-RD 842/02. Edición: Sep. 03. Revisión: 1

CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

a) Que el circuito que protege dicho PIA esté sobrecargado, en cuyo caso deberá ir desconectando aparatos o lámparas, hasta conseguir reponer de nuevo el citado PIA.
b) Que en el circuito o en los aparatos y lámparas conectados a él, se haya producido un cortocircuito. Proceda como en el caso anterior (3b), para ver si dicha avería es de algún aparato o de la instalación. Deje desconectado dicho PIA y [illegible] de la instalación.

5 Compruebe con periodicidad (una vez al año por lo menos) y por medio de su Instalador Autorizado la red de tierra de su vivienda o local.

6 Compruebe con periodicidad (una vez al mes por lo menos) su IAD. Pulse el botón de prueba y si no dispara es que está averiado, por tanto, no está usted protegido contra [illegible]. Avise a su Instalador Autorizado.

7 Manipule todos los aparatos eléctricos, incluso el teléfono, SIEMPRE con las manos secas [illegible] pies húmedos.

Y NUNCA los manipule cuando [illegible] electricidad!
Si hay un fallo eléctrico en la instalación o en el aparato utilizado, usted corre el riesgo de electrocutarse. Ojo con las radios, secadores de pelo, aparatos de calor al borde de la bañera: pueden caerse al agua y electrocutarse.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA | GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN; ASPECTOS GENERALES. REAL DECRETO 842/2002 | GUÍA-BT-RD 842/02. Edición: Sep. 03. Revisión: 1

CONSEJOS PARA UNA MEJOR UTILIZACIÓN DE SU INSTALACIÓN

8 Compruebe las canalizaciones eléctricas empotradas antes de taladrar una pared o el techo. Puede electrocutarse al [illegible] taladradora.

9 En el caso de manipular algún aparato eléctrico, desconecte previamente el IAD del cuadro general y compruebe SIEMPRE que no existe tensión.

10 No usar nunca aparatos eléctricos con cables pelados, clavijas y enchufes rotos, etc.

11 No hacer varias conexiones en un mismo enchufe (no utilizar ladrones o clavijas múltiples).

12 [illegible] y procure tapar los enchufes a los que tenga acceso.

13 Abstenerse de intervenir en su instalación para modificarla. Si son [illegible] instalador autorizado.

14 [illegible] "calambre" es porque hay derivación de corriente de los hilos conductores o en algún elemento metálico del electrodoméstico. Normalmente se Dispara el Diferencial. Localizar el aparato o parte de la instalación donde se produce y [illegible].

15 Al desconectar los aparatos no tire del cordón o hilo, sino de la clavija.

16 No se puede enchufar cualquier aparato en cualquier toma de corriente. Cada aparato tiene su potencia. Como cada toma de corriente tiene la suya. Vea la "Instalación Interior de su [illegible]" y adecue los aparatos a enchufar con las tomas. Si la potencia del Aparato es superior a los Amperios que permite enchufar la toma de corriente, puede quemarse la base del enchufe, la clavija e incluso la instalación.

Figura 6.18. *Anexo de información al usuario*

6.3.6. Certificado de segundo suministro

En caso de que la instalación lo requiera, deberán indicarse las características del segundo suministro y el porqué de su uso atendiendo a los requerimientos de la instalación y lo establecido por el REBT o la legislación vigente referente a ello de cada comunidad autónoma. Estas condiciones se encuentran marcadas por la ocupación y por las condiciones especiales de algunas instalaciones. Existen los siguientes tipos de segundos suministros:

- Suministro complementario: es un suministro que generalmente la compañía proporciona desde otro centro de transformación. Debe dotar el 50% de la potencia instalada en caso de fallo del suministro de red.
- Suministro de reserva: se halla normalmente asegurado por un grupo electrógeno o un centro de transformación independiente. Debe proporcionar el 25% de la potencia instalada en caso de fallo del suministro de red.
- Suministro de socorro: normalmente asegurado por un grupo electrógeno o SAI. Proporciona el 15% de la potencia instalada en caso de fallo del suministro de red.

Como norma general, sin entrar en las disposiciones propias de cada comunidad autónoma, puede establecerse que deberán disponer de segundo suministro las siguientes instalaciones de baja tensión:

Tabla 6.1. Instalaciones que requieren un segundo suministro

Suministro de socorro	• Locales de espectáculos y actividades recreativas cualesquiera que sea su ocupación • Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con ocupación prevista mayor de 300 personas
Suministro de reserva	• Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud • Estaciones de viajeros y aeropuertos • Estacionamientos subterráneos de más de 100 vehículos • Establecimientos comerciales o agrupaciones de estos en centros comerciales de más de 2.000 m² de superficie • Estadios y pabellones deportivos

6.3.7. Contrato de mantenimiento

Es un documento mediante el cual una empresa instaladora autorizada se compromete con el titular de una instalación eléctrica a realizar unos determinados servicios de mantenimiento en su instalación.

Dicho documento es aceptado y firmado por ambas partes con un periodo de vigencia establecido en el contrato, tiempo durante el cual la empresa encargada del servicio ha de realizar todos y cada uno de los trabajos expuestos en dicho documento. El alcance de los trabajos es el acordado en el documento por ambas partes. No existen unos trabajos de mantenimiento mínimos que deban realizarse, pero siempre se ha de asegurar que se mantiene la instalación dentro de los márgenes de seguridad establecidos en el reglamento vigente.

El mantenimiento de una instalación suele constar de uno preventivo que se realiza periódicamente, durante el cual se comprueba que la instalación se encuentra dentro de los márgenes establecidos y se actúa anticipándose a las averías o deterioros para evitar que sucedan. Resulta importante llevar a cabo una correcta conservación de los equipos. Además, en caso de suceder alguna avería que no haya podido ser prevenida, el encargado del mantenimiento debe subsanarla de manera eficaz y eficiente.

No existe una directiva estatal en cuanto a las instalaciones que precisan contrato de mantenimiento. Cada comunidad autónoma establece qué instalaciones han de presentarlo. Aun así, las que lo necesiten deben poseer su contrato de mantenimiento en vigor, del mismo modo que, en las instalaciones nuevas en las cuales se realicen modificaciones o ampliaciones, se debe presentar, junto con el resto de la documentación necesaria, el contrato de mantenimiento al Organismo encargado de tramitar dicha instalación. A pesar de ser diferentes las exigencias en cada comunidad autónoma, el patrón que marca qué instalación necesita contrato de mantenimiento es en general para los locales de pública concurrencia en los cuales concurren grandes cantidades de personas a la vez (cines, estadios, discotecas…) y para los que se mantienen con los mínimos defectos posibles (hospitales o quirófanos).

A modo de ejemplo, a continuación se exponen las situaciones en las que debe existir un contrato de mantenimiento para las instalaciones eléctricas pertenecientes a la Comunidad de Madrid:

Tabla 6.2. Instalaciones que requieren contrato de mantenimiento

Para cualquier potencia y superficie	Cines
	Teatros
	Parques de atracciones
	Hospitales
	Quirófanos y UCI
	Parques acuáticos
	Casinos
	Alumbrados públicos de vías urbanas y de comunicaciones

Tabla 6.2. Instalaciones que requieren contrato de mantenimiento *(continuación)*

Para cualquier potencia y superficie	Alumbrados públicos de parques y jardines
	Hoteles y hostales con 50 o más habitaciones
	Edificios de gran altura no dedicados a viviendas (> 50 metros)
Para potencia superior a 100 kW	Salas de fiesta
	Discotecas
	Estadios y pabellones deportivos
	Hipódromos y canódromos
	Plazas de toros
	Circos
	Frontones
	Estaciones de viajeros
	Mercados y galerías comerciales
	Piscinas
	Establecimientos comerciales de superficie superior a 2.000 m^2
	Bingos

6.3.8. Instalaciones temporales. Hoja de ruta

Se denomina *instalación eléctrica temporal* a aquella que precisa de suministro eléctrico de la red durante un tiempo determinado. Generalmente se corresponde con instalaciones ubicadas en ferias o quioscos usados para determinadas festividades, que cambian de lugar a lo largo del año.

Los trámites para legalizar una instalación temporal son iguales que para cualquier otro tipo de instalación con la diferencia de que no es necesario adjuntar toda la documentación y crear un registro nuevo cada vez que se requiera conectarse a la red. Basta con realizar un registro con validez anual. La primera vez que se tramite el expediente se siguen las pautas normales y se le entrega un documento al instalador autorizado denominado *hoja de ruta*. En dicho documento el instalador eléctrico indica la ruta y fechas de dicha instalación y lo firma y lo sella. El Organismo encargado sella la hoja de ruta cada vez que la instalación cambia de ubicación. Si no es posible asegurar en el momento del registro todas las posibles ubicaciones que va a tener la instalación a lo largo del año, el instalador eléctrico puede acudir a que se le selle la hoja de ruta cada vez que la instalación cambie de emplazamiento.

Actividad resuelta

6.1. Clasifica las siguientes instalaciones dentro del grupo correspondiente en función de las condiciones que debe cumplir para su legalización. Ten en cuenta que puede haber instalaciones que pertenezcan a varios grupos.

Posibles grupos:

Instalaciones que requieren contrato de mantenimiento	Instalaciones que requieren suministro de socorro	Instalaciones que requieren suministro de reserva	Exento de todas las anteriores

Instalaciones:

A) Clínica hospitalaria de 25 habitaciones
B) Bloque de viviendas de 80 metros de altura y 90 kW de potencia prevista
C) Bingo con potencia máxima admisible igual a 86,6 kW
D) Campo de futbol de 1.386 kW de potencia máxima admisible
E) Casino de 693 kW de potencia máxima admisible
F) Supermercado con 1.200 m^2 de superficie y 69,3 kW de potencia máxima admisible
G) Oficina con una ocupación de 200 personas y 60 m de altura
H) Oficina con una ocupación de 455 personas
I) Instituto con potencia máxima admisible igual a 69,3 kW
J) Garaje con 200 plazas de aparcamiento

Solución:

Instalaciones que requieren contrato de mantenimiento:	A - D - E - G
Instalaciones que requieren suministro de socorro:	C - E - H
Instalaciones que requieren suministro de reserva:	A - D - J
Exento de todas las anteriores:	B - F - I

6.3.9. Autorizaciones

A la hora de tramitar una instalación eléctrica en baja tensión, es necesario que se cumplan unos determinados procedimientos emitidos por la Dirección General de Industria y Minas (DGIEM).

Autorización del titular al instalador eléctrico

En caso de que una instalación eléctrica deba ser sometida a inspección, es obligatorio que acuda a dicha inspección tanto el instalador eléctrico autorizado como el titular, o representante, de la instalación. Si el titular no pudiera acudir, se permite que lo represente en dicha instalación el instalador eléctrico. Para ello el titular debe emitir una autorización firmada por ambos.

Autorización para la recogida de la documentación

La documentación de una instalación eléctrica se entrega al instalador autorizado llegado el momento. En caso de que el instalador eléctrico autorizado no pueda recoger en persona la documentación generada al tramitar un expediente, este puede emitir una autorización de recogida de la documentación en la que autoriza a otra persona recogerla en su nombre. Dicha autorización debe estar firmada por ambas partes.

Firma del instalador:	Firma del autorizado:
Fecha:	Fecha:

Figura 6.19. Las autorizaciones deben recoger la firma y fecha de todos los implicados en la tramitación y legalización

6.3.10. Declaración jurada del titular de la instalación

En instalaciones cuya actividad no se halle definida en el momento de finalizar la instalación eléctrica, puede que el instalador eléctrico autorizado encargado de firmar el certificado de instalación solicite al titular una declaración jurada, firmada por él, en la que asegure que la actividad que se realiza es la misma por la que se ha tramitado la instalación.

La finalidad de este documento es evitar realizar instalaciones declarando una actividad y, al obtener el certificado, desarrollar otra actividad con otras características técnicas y documentales, siendo el instalador el responsable de ello. Con ello se asegura que, en caso de llevar a cabo otra actividad, la responsabilidad recaiga sobre el titular.

6.3.11. Anexos posteriores

El anexo de un proyecto sirve para añadir información que ha quedado pendiente o que ha sido modificada, actuando como complemento del proyecto. Su finalidad es aclarar situaciones conflictivas del proyecto como las hojas de características, las normativas especiales o las excepciones a las normativas aplicables.

Cuando se desarrolla una modificación en obra posterior a la realización de la documentación técnica, se puede adjuntar un anexo al proyecto con las modificaciones. Este anexo, en caso de estar visado el proyecto origen, debe ser a su vez visado por el Colegio Oficial de Ingenieros asociado.

Actividad propuesta

6.4. Justifica y desarrolla todos los trámites necesarios para legalizar la instalación eléctrica de un restaurante en tu localidad, indicando en qué grupo se encontraría clasificada la instalación, así como toda la documentación técnica que deberías aportar.

Características del restaurante:

- Potencia máxima admisible: 55,36 kW.
- Superficie: 340 m^2.
- Aforo: 310 personas.
- Tipo de instalación: nueva.

6.4. Puesta en servicio de las instalaciones de baja tensión

Una vez se dispone de toda la documentación que verifica que la instalación ha sido tramitada correctamente, se procede a la **solicitud del suministro** con la compañía distribuidora de energía eléctrica correspondiente.

© Ediciones Paraninfo

La empresa requerirá al titular que presente el correspondiente certificado de instalación eléctrica con su número de registro. Tras comprobar que dicho certificado es válido, podrá realizar las mediciones y comprobaciones que considere oportunas en lo relativo al punto de conexión a la red en función del cumplimiento del reglamento, debido a que cualquier defecto en la instalación podría repercutir directamente en su calidad de suministro y afectar a terceros usuarios.

Si los valores obtenidos en dicha verificación no cumplen con las exigencias mínimas en lo que respecta a aislamiento y corrientes de fuga, según lo indicado en la ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la empresa suministradora podrá negar la conexión a sus redes de la instalación.

En caso de ser necesario disponer de suministro eléctrico antes de concluir la tramitación administrativa de las instalaciones, se podrá solicitar justificadamente el **suministro provisional en pruebas**.

6.4.1. Potencia que se debe contratar

Se corresponde con la potencia máxima que suministra la compañía eléctrica al usuario, la cual nunca puede ser mayor a la potencia máxima admisible indicada en el certificado de instalación eléctrica (determinada por el amperaje del interruptor general automático, IGA, de la instalación y la tensión de suministro).

La forma más común para estimar la potencia necesaria que se debe contratar es calcular la potencia instalada y aplicarle unos coeficientes de simultaneidad, los cuales indican las posibilidades de que todas las cargas de la instalación estén conectadas a la vez. El coeficiente de simultaneidad varía dependiendo del tipo de instalación; suele oscilar entre 0,6 y 0,8 valores que se multiplican por la potencia total instalada. Con ello se obtiene una estimación aproximada de la potencia que se debe contratar, que será la asociada al interruptor de control de potencia (ICP) de la instalación.

6.4.2. Selección de la tarifa

Con la liberalización del mercado eléctrico llevado a cabo el 1 de julio de 2009, entraron en vigor las nuevas tarifas eléctricas.

El fin principal de esta liberación del mercado es el de posibilitar al consumidor final la opción de elegir entre las distintas empresas operativas y contratar la tarifa que le resulte más interesante para sus necesidades.

Las compañías distribuidoras no comercializan directamente con el cliente, sino que son las empresas comercializadoras las encargadas de esta función.

Desaparecen las tarifas reguladas, excepto la tarifa de último recurso (TUR) para suministros de baja tensión y potencia contratada menor de 10 kW.

A partir de esta liberalización son las empresas comercializadoras las que venden la electricidad al cliente y no las distribuidoras, como ocurría antes. Es por ello que el consumidor final puede decidir con quién contratar la electricidad de forma libre y seleccionar la tarifa que más se ajuste a sus necesidades.

Figura 6.20. *Proceso de solicitud de suministro eléctrico*

Tabla 6.3. Ejemplos de posibles combinaciones entre potencia máxima admisible y potencia eléctrica contratada en tres viviendas

	IGA	Pot. máx. admisible	ICP	Potencia contratada
Vivienda 1	2 × 25 A	5.750 W	20 A	4.600 W
Vivienda 2	2 × 32 A	7.360 W	25 A	5.750 W
Vivienda 3	2 × 40 A	9.200 W	30 A	6.900 W

6.5. Legalización y puesta en servicio de las instalaciones de alta tensión

La tramitación de una instalación de alta tensión es similar a la de una en baja tensión. Es obligatorio aportar la documentación necesaria ante el Organismo competente correspondiente encargado de la tramitación del expediente. Para legalizar una instalación eléctrica en alta tensión, se debe aportar la siguiente documentación:

- El proyecto de la instalación eléctrica origen, en el formato solicitado y el número de copias establecido por el Organismo competente.
- Certificado final de obra de la instalación eléctrica origen.
- Certificado de instalación eléctrica en alta tensión, en el formato establecido en cada comunidad autónoma, realizado y firmado por un instalador autorizado en trabajos de alta tensión.
- Pago de las tasas administrativas estipuladas.

En caso de así establecerse, las instalaciones de alta tensión deben ser sometidas a una inspección inicial por parte del Organismo competente designado en cada comunidad autónoma. Se ha de realizar una revisión documental de todo lo aportado y además llevarse a cabo las pruebas oportunas en campo, que también pueden variar dependiendo del la comunidad autónoma en la que se establezca la instalación, aunque por norma general son las siguientes:

- Medición del aislamiento de las líneas.
- Medición de todas las puestas a tierra de la instalación.
- Realización de las pruebas de paso y contacto.

Las inspecciones han de ser realizadas por el titular de la instalación en presencia de los Organismos competentes correspondientes. Una vez inspeccionada la instalación por esta entidad, se emite un certificado de inspección que acredita la puesta en servicio de la instalación, bajo lo estipulado en el proyecto adjunto.

Además, una vez puesta en servicio la instalación, esta debe someterse a inspecciones periódicas reglamentarias y disponer de un contrato de mantenimiento con carácter anual con una empresa instaladora autorizada en trabajos de alta tensión.

6.5.1. Tramitación y legalización de instalaciones de alta tensión a partir de proyectos tipo

En el caso específico de las instalaciones de alta tensión que se realizan a partir de proyectos tipo de una compañía eléctrica, el proceso de tramitación, legalización y puesta en marcha puede diferir notablemente en función de la compañía, de la comunidad autónoma, del tipo de instalación que se vaya a construir y de si el autor del proyecto es un técnico proyectista particular o la propia compañía eléctrica.

En la figura 6.21 se muestran las fases del desarrollo, legalización y puesta en marcha de un proyecto eléctrico de alta tensión de la compañía Iberdrola.

6.6. Verificaciones e inspecciones

Toda instalación eléctrica ha de ser sometida a unas verificaciones previas a la legalización de la instalación llevadas a cabo por parte del instalador eléctrico encargado.

Una vez realizadas estas verificaciones, se procede a la tramitación de la instalación. Las instalaciones eléctricas serán objeto de una inspección inicial o periódica en función de su uso, características, nivel de tensión, etcétera.

6.6.1. Inspecciones iniciales y periódicas

Las inspecciones son llevadas a cabo por un Organismo de Control Autorizado. El técnico acreditado encargado de realizarla comprueba que la instalación cumple con las condiciones impuestas por el Reglamento aplicable en cada situación, que será el que estuviera en vigor en la fecha de alta de la instalación objeto, siempre que no se hubiera producido una modificación de importancia en la instalación. El técnico encargado de la inspección ha de emitir un acta de inspección periódica con los resultados obtenidos.

Serán objeto de inspección inicial, una vez ejecutadas, las instalaciones nuevas, ampliaciones o modificaciones de importancia, o de inspección periódica las instalaciones existentes, que quedan definidas en las tablas 6.4 y 6.5.

En determinadas comunidades autónomas se realizan también inspecciones iniciales sobre instalaciones no incluidas en las citadas tablas, a modo de control por muestreo.

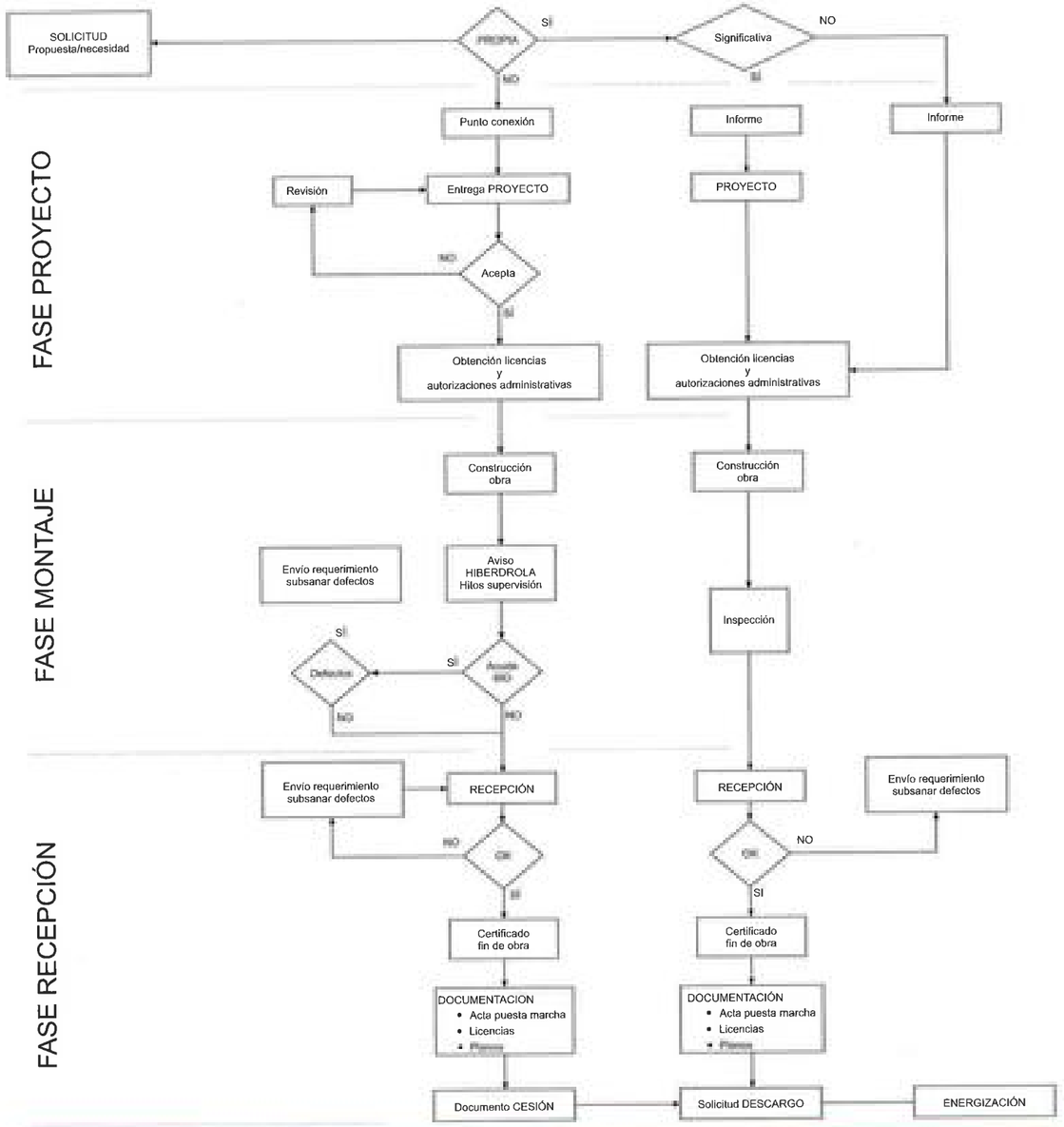


Figura 6.21. *Flujograma de desarrollo de una instalación eléctrica de AT a partir de proyecto tipo. Cortesía de Iberdrola*

Durante el proceso de inspección, tanto en situaciones iniciales como periódicas, el técnico acreditado realizará las mismas medidas de comprobación, cuyas pautas y procedimientos se reflejan en el reglamento o norma correspondiente.

Estas medidas y ensayos consisten en comprobar la instalación de puesta a tierra y su continuidad, verificar el aislamiento de los conductores, comprobar el disparo de los interruptores diferenciales, verificación del alumbrado de emergencia, ensayos de polaridad, medida de corrientes de fuga, medida de la impedancia de bucle, etcétera.

Tabla 6.4. Inspecciones iniciales y periódicas en instalaciones de baja tensión

Tipo de instalación	Inspección inicial	Inspección periódica
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN	• Instalaciones industriales que precisen proyecto, con una potencia instalada superior a 100 kW. • Locales de pública concurrencia. • Locales con riesgo de incendio y explosión, de clase I, excepto garajes de menos de 25 plazas. • Locales mojados con potencia instalada superior a 25kW. • Piscinas con potencia instalada superior a 25 kW • Quirófanos y salas de intervención. • Instalaciones de alumbrado exterior con potencia instalada superior a 5 kW	Cada 5 años, las que requirieron inspección inicial en el momento de su legalización Cada 10 años, las zonas comunes de los edificios de viviendas con potencia superior a 100 kW
EFICIENCIA ENERGÉTICA	Las instalaciones de alumbrado exterior que por su potencia deben tener asociado un proyecto de eficiencia energética (P > 5 kW)	Cada 5 años, las que requirieron inspección inicial en el momento de su legalización

Tabla 6.5. Inspecciones y verificaciones iniciales y periódicas en instalaciones de alta tensión

Tipo de instalación		Control inicial	Control periódico cada 3 años
Propiedad de la empresa de distribución y transporte		Verificación por parte del personal de la empresa de distribución	Verificación por parte del personal de la empresa de distribución
Para ceder a la empresa de distribución y transporte	U ≤ 30 kV	Verificación por parte del personal de la empresa de distribución y de la empresa instaladora	Verificación por parte del personal de la empresa de distribución
	U > 30 kV	Inspección por parte del Organismo de Control. Verificación por parte del personal de la empresa de distribución y de la empresa instaladora	
Propiedad privada	U ≤ 30 kV	Verificación por parte del personal de la empresa instaladora	Inspección por parte del Organismo de Control o verificación por parte de un técnico titulado
	U > 30 kV	Inspección por parte del Organismo de Control. Verificación por parte del personal de la empresa instaladora	Inspección por parte del Organismo de Control

6.6.2. Procedimiento de inspección

El seguido para cada tipo de inspección viene determinado por la comunidad autónoma en la que se realice la inspección y por el Organismo encargado de realizarla.

El reglamento que se aplique en una inspección inicial es el vigente en el momento de la tramitación. A la hora de realizar inspecciones periódicas, el Reglamento aplicable es el que estuviera en vigor en la fecha de alta de la instalación objeto, siempre que no se haya modificado de importancia la instalación.

Por lo general las mediciones y comprobaciones realizadas en una inspección inicial son las mismas que las desarrolladas durante la inspección periódica correspondiente, llegado el momento de realizarla. Las diferencias se encuentran en el formato del acta que se emite una vez realizada la inspección.

El Organismo de Control lleva a cabo la inspección de las instalaciones en función de las prescripciones que establece el Reglamento oportuno y de lo especificado en la documentación técnica, aplicando un criterio de defectos. La inspección puede tener resultado: favorable, condicionado o negativo.

Una instalación está **condicionada** en el caso de existir un defecto grave o errores leves acumulados de inspecciones anteriores que no han sido subsanados. Si estuviera condicionada una instalación nueva, se tiene un plazo de seis meses para subsanar los defectos indicados en la ins-

pección, durante los cuales no se recibirá suministro eléctrico. Durante este tiempo el instalador eléctrico encargado deberá subsanar los defectos y se llevará a cabo una nueva inspección. En caso de encontrarse condicionada una inspección periódica de una instalación, se deben subsanar los defectos en el plazo de seis meses o el Organismo de Control emitirá un certificado con calificación negativa a la Administración Pública competente.

Será inspección **negativa** si existiera al menos un defecto muy grave; si fuera así, las instalaciones nuevas no tendrían servicio hasta que no se corrigiera el defecto de modo que se pudiera optar a obtener la calificación favorable. A las instalaciones ya en servicio se les emitirá un certificado con resultado negativo, que se remitirá a la Administración pública competente. Para ambos casos el plazo de subsanación es de seis meses.

En caso de ser **favorable** la inspección inicial, se entrega al instalador el certificado de instalación eléctrica correspondiente, con el cual se podrá contratar suministro eléctrico en la compañía oportuna. Durante las inspecciones periódicas se emite un certificado de inspección periódica con la validez establecida para cada tipo de instalación (cinco años en baja tensión y eficiencia energética y tres años en alta tensión).

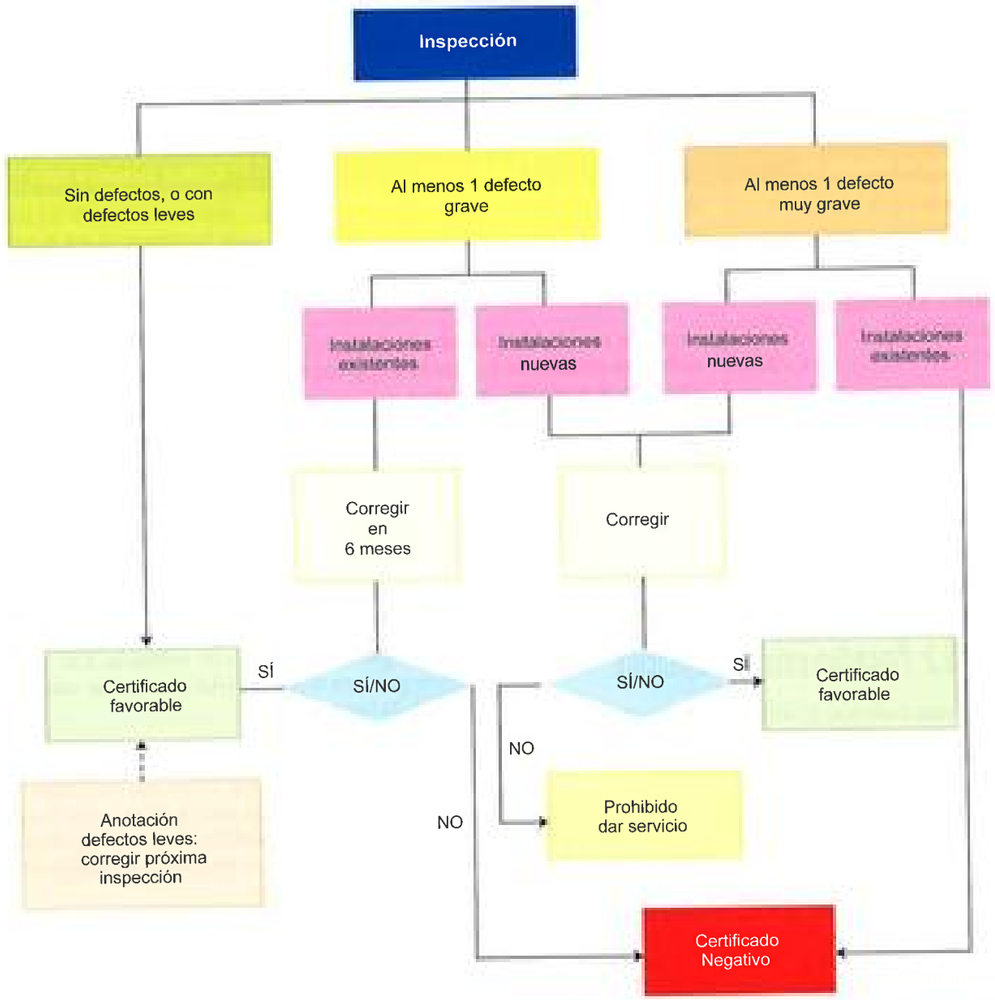


Figura 6.22. *Metodología de inspección de las instalaciones eléctricas*

6.6.3. Clasificación de los defectos en instalaciones de baja tensión

Para emitir un resultado de las inspecciones realizadas, es necesario definir la gravedad de los defectos. Para ello los correspondientes a la baja tensión se clasifican en los siguientes:

- **Defecto leve:** es el que no supone peligro para las personas o bienes, que no interfiere en el correcto funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto al reglamento no posee valor significativo para el uso o el funcionamiento de la instalación.
- **Defecto grave:** es el que supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluyen aquí los defectos que reduzcan de forma considerable la capacidad de utilización de la instalación eléctrica.
- **Defecto muy grave:** es aquel que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o bienes.

A continuación se especifican los posibles defectos asociados a las instalaciones eléctricas de baja tensión:

Tabla 6.6. Clasificación de los defectos en instalaciones de baja tensión, según la ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

DEFECTO LEVE	• Cuadros no rotulados • Código de colores del cableado no reglamentario • Ausencia de etiquetas identificativas de riesgo eléctrico en los cuadros eléctricos • Otros defectos sin peligro asociado
DEFECTO GRAVE	• Ausencia de conexiones equipotenciales, cuando estas fueran requeridas • Inexistencia de medidas adecuadas de seguridad contra contactos indirectos • Falta de aislamiento de la instalación • Inadecuada protección contra cortocircuitos y sobrecargas en los conductores en función de la intensidad máxima admisible en los mismos • No continuidad de los conductores de protección • Valores elevados de resistencia de tierra en relación con las medidas de seguridad adoptadas • Defectos en la conexión de los conductores de protección a las masas • Sección insuficiente de los conductores de protección • Existencia de partes o puntos de la instalación cuya defectuosa ejecución pudiera ser origen de averías o daños • Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados • Falta de sección de los conductores, en relación con las caídas de tensión • Empleo de materiales, aparatos o receptores que no se ajusten a las especificaciones vigentes • Ampliaciones o modificaciones de una instalación que no se hubieran tramitado según la legislación establecida • Carencia del número de circuitos mínimos estipulados • Sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves
DEFECTO MUY GRAVE	• Contactos directos • Defectos graves presentes en cualquiera de las siguientes instalaciones: – Locales de pública concurrencia – Locales con riesgo de incendio o explosión – Locales de características especiales – Instalaciones con fines especiales – Quirófanos y salas de intervención

© Ediciones Paraninfo

Figura 6.23. *El material eléctrico en estado defectuoso puede ser origen de contactos directos, lo que es considerado como defecto muy grave*

Figura 6.24. *Si la sección, naturaleza o características de los conductores utilizados no es adecuada se considera como defecto grave, ya que estos pueden deteriorarse ante sobreintensidades*

Figura 6.25. *Los conductores deben respetar el código de colores establecido en el Reglamento, de lo contrario será considerado como defecto leve*

6.6.4. Clasificación de los defectos en instalaciones de alta tensión

La clasificación de los defectos es determinada por el técnico competente que realiza la inspección. Lo hace en función de la razón o la experiencia en base a las consecuencias que pueden tener en el funcionamiento de la instalación y la seguridad de las personas las anomalías encontradas, definiendo la gravedad de los defectos que presencia *in situ*.

Los defectos en instalaciones de alta tensión se localizan en los siguientes subgrupos:

Defecto leve: Es todo aquel que no supone peligro para las personas o los bienes, no perturba el funcionamiento de la instalación y en el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento.

Defecto grave: Es el que no supone un peligro inmediano para la seguridad de las personas o de los bienes, pero puede serlo al originarse un fallo en la instalación. También se incluye dentro de esta clasificación, el defecto que pueda reducir de modo sustancial la capacidad de utilización del sistema. Algunos ejemplos significativos de defectos graves en instalaciones de alta tensión son los siguientes:

- Elementos metálicos (masas y herrajes) no puestos a tierra.
- Degradación importante de los aislamientos.
- Falta de protección contra cortocircuitos y sobrecargas en los equipos y conductores en función de la intensidad máxima admisible en los mismos.
- Existencia de puntos que pudieran originar averías o daños a raíz de una ejecución, mantenimiento o limpieza deficientes.
- Naturaleza o características no adecuadas de los conductores utilizados.
- Nivel bajo del líquido dieléctrico de los transformadores.
- Signos evidentes de calentamiento excesivo.
- Ventilación insuficiente.
- Mal funcionamiento de los sistemas y equipos de protección.
- Estado general de la instalación precario.
- Ausencia de carteles de riesgo, instrucciones o señalizaciones pertinentes (esquema unifilar, cinco reglas de oro, medidas de actuación para primeros auxilios, etc.)
- Empleo de equipos y materiales que no se ajusten a las especificaciones vigentes.
- Ampliaciones o modificaciones de una instalación no tramitadas y legalizadas adecuadamente.
- No coincidencia entre las condiciones reales de la instalación con las condiciones de cálculo del proyecto.
- Ausencia de la documentación pertinente (contrato de mantenimiento, libros de control e instrucciones, etc.)
- La sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

Defecto muy grave: Es todo aquél que constituye un peligro inmediato para la seguridad de las personas o los bienes. Se consideran defectos muy graves los incumplimientos de las medidas de seguridad que pueden provocar el desencadenamiento de los peligros que se pretenden evitar con tales medidas, en relación con:

- Reducción de distancias de seguridad o falta de protección frente a contactos directos.
- Reducción de alturas o distancias de cruzamientos y paralelismos en las líneas.
- Falta de continuidad del circuito de tierra.
- Tensiones de paso o contacto superiores a los valores límites admisibles.

6.6.5. Clasificación de los defectos en eficiencia energética

Al igual que en las inspecciones realizadas en baja y alta tensión, los defectos detectados en una inspección de eficiencia energética se clasifican en tres grupos:

Defecto leve: Es aquel defecto de funcionamiento que no perturba de modo esencial la eficiencia energética de la instalación, o no genera un aumento trascendental del resplandor luminoso nocturno y de la luz intrusa o molesta.

Defecto grave: Es aquel defecto de funcionamiento que perjudica sustancialmente a la eficiencia energética de la instalación o supone un incremento importante del resplandor luminoso nocturno y la luz intrusa o molesta.

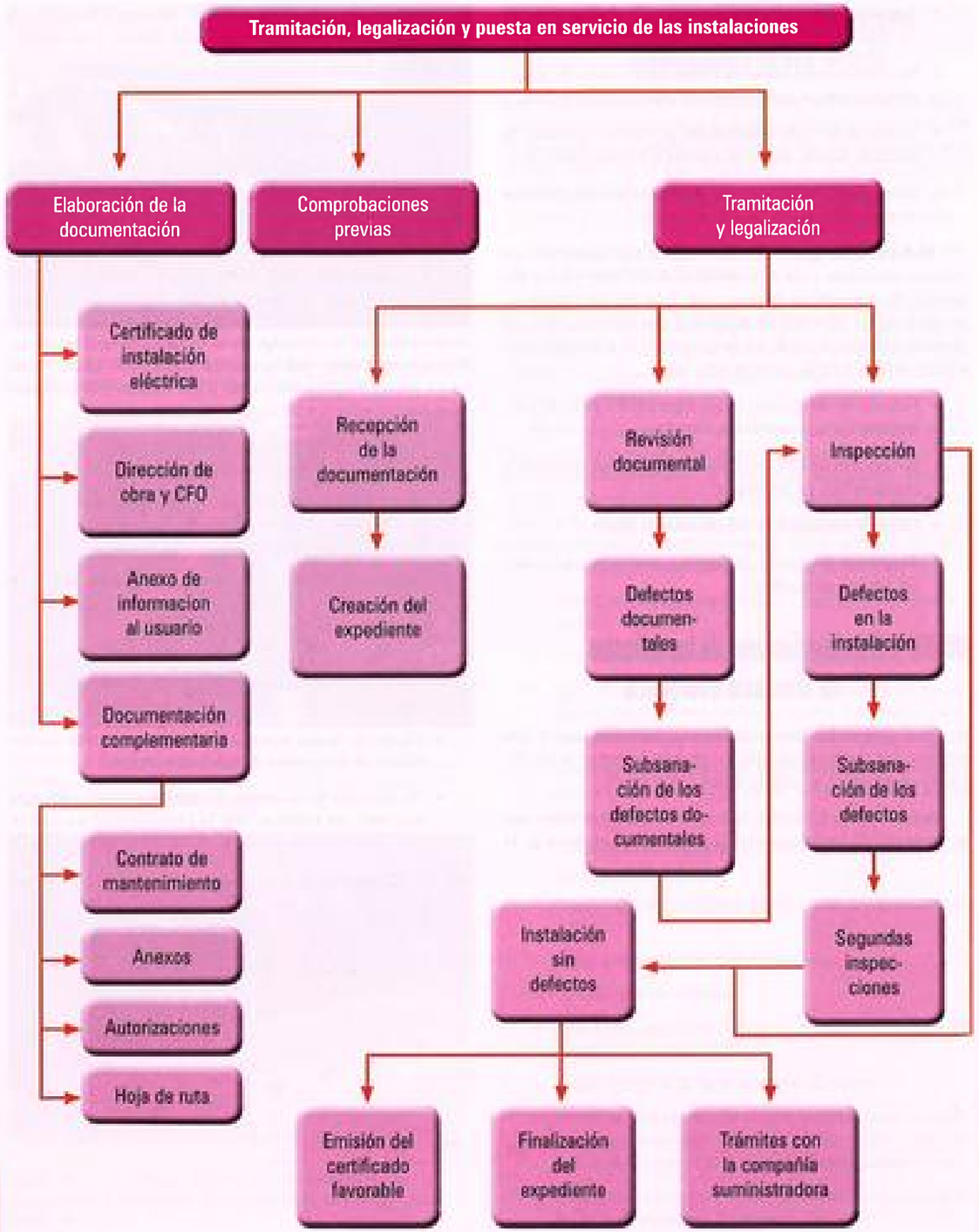
Defecto muy grave: Es el defecto de funcionamiento que afecta gravemente a la eficiencia energética de la instalación, resplandor luminoso nocturno o luz intrusa o molesta generada.

El técnico competente encargado de la inspección debe verificar el estado de los respectivos centros de mando y sus equipos, así como de las propias luminarias. Se realizan mediciones en las *retículas* de la instalación más significativas comprobando que se ajusten tanto a los valores marcados por el Reglamento como a los valores especificados en la documentación técnica.

Los defectos detectados en dichas instalaciones pueden estar referidos a los siguientes supuestos:

- No alcanzar injustificadamente los valores de eficiencia energética mínima o los valores de eficiencia energética proyectados.
- Superar injustificadamente los niveles máximos de iluminación o las limitaciones del flujo hemisférico superior emitido por las luminarias
- Implantar un sistema de regulación del nivel luminoso inadecuado o mantenerlo averiado de manera repetida.
- Eludir de forma reiterada el cumplimiento de los horarios de utilización de las instalaciones.
- No adecuar las acciones de mantenimiento a las operaciones preventivas con la periodicidad necesaria, con caída sustancial del factor de mantenimiento.

© Ediciones Paraninfo



Actividades de comprobación

6.1. ¿Cuándo será necesario emitir un certificado de instalación eléctrica en baja tensión?

- **a)** En toda instalación nueva
- **b)** En las ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes
- **c)** Ambas respuestas son correctas

6.2. ¿En cuál de las siguientes instalaciones no resultaría obligatorio presentar un contrato de mantenimiento?

- **a)** Discoteca de 150 kW
- **b)** Teatro de pequeña capacidad
- **c)** Edificio de viviendas de gran altura

6.3. Las siglas IBTE hacen referencia a:

- **a)** Un Organismo de Control Autorizado
- **b)** Una categoría de empresa instaladora en baja tensión
- **c)** Un tipo de tasa que debe ser abonada a la Administración

6.4. ¿Cuál de las siguientes instalaciones no requieren un suministro complementario de reserva?

- **a)** Estacionamiento subterráneo de 90 vehículos
- **b)** Estadio de fútbol
- **c)** Establecimiento comercial de 2.500 m² de superficie

6.5. ¿Qué nivel de potencia no debería contratarse en una vivienda cuyo interruptor general es de 2 × 32 A?

- **a)** 5.750 W
- **b)** 7.360 W
- **c)** 9.200 W

6.6. ¿Cada cuánto tiempo debe pasar una inspección periódica una vivienda particular?

- **a)** Nunca, estas instalaciones no deben someterse a inspecciones periódicas
- **b)** Cada cinco años, siempre que la potencia de la vivienda sea superior a 10 kW
- **c)** Cada diez años, siempre que la potencia de la vivienda sea superior a 10 kW

6.7. ¿Cada cuánto tiempo debe pasar una inspección periódica las zonas comunes de un edificio de viviendas?

- **a)** Nunca, estas instalaciones no deben someterse a inspecciones periódicas
- **b)** Cada cinco años, siempre que la potencia del edificio sea superior a 100 kW
- **c)** Cada diez años, siempre que la potencia del edificio sea superior a 100 kW

6.8. ¿Cuántas copias del certificado eléctrico de baja tensión son destinadas a la compañía suministradora de energía?

- **a)** Dos copias, de las cuales se entrega una a la Administración
- **b)** Una copia
- **c)** Todas las copias

6.9. ¿A cuál de las siguientes instalaciones podría representar el extracto de certificado de instalación eléctrica mostrado en la siguiente imagen?

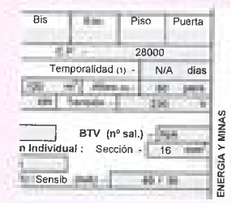


Figura 6.26. *Extracto de boletín*

- **a)** Instalación temporal con una derivación individual de 16 mm²
- **b)** Vivienda de 120 m²
- **c)** Frutería con aforo de 60 personas

6.10. La falta de continuidad de los conductores de protección en una instalación eléctrica de baja tensión sería considerado en una inspección como defecto:

- **a)** Leve
- **b)** Grave
- **c)** Muy grave

Actividades de aplicación

6.1. Infórmate de los trámites necesarios y la documentación técnica que se ha de aportar para legalizar instalaciones eléctricas de baja tensión en tu comunidad autónoma. La legalización ¿se realiza a través de un Organismo de Control Autorizado o directamente en la Delegación Provincial?

6.2. Si en una instalación monofásica el cuadro general dispone de un interruptor general automático de 2 × 63, ¿qué intensidad máxima admisible para la instalación habría que indicar en el certificado de instalación? ¿Qué potencia contratarías con la compañía eléctrica? ¿Cuál sería la intensidad de ICP asociado a esa potencia? Justifica la respuesta mediante los cálculos eléctricos apropiados.

6.3. Localiza el modelo de certificado eléctrico de baja tensión, que podrás descargar desde la página web de la editorial (www.paraninfo.es), válido para una instalación situada en tu misma localidad. Cumplimenta los datos técnicos como si tuvieses que legalizar una instalación de las siguientes características:

- Uso: tienda de alimentación (local comercial en edificio de viviendas).
- Superficie: 40 m².
- Interruptor general automático: 2 × 40 A.
- Interruptor general diferencial: 2 × 40 A / 30 mA.
- Línea general de alimentación: 4 × 25 mm².
- Derivación individual: 2 × 10 mm².

La instalación se alimenta desde un armario de contadores localizado en el entresuelo del edifico. El punto de conexión es la red de distribución de baja tensión y la CGP del edificio se encuentra en un nicho en la pared exterior, con esquema 10.

6.4. ¿Qué utilidad puede tener el hecho de solicitar al titular de un almacén una declaración jurada durante el proceso de tramitación de la instalación?

6.5. ¿A qué reglamento podría acogerse una instalación eléctrica correspondiente a un local de pública concurrencia que fue legalizada en el año 2002, si es necesario que se le realice una inspección periódica? Responde a la misma pregunta si en el año 2008 se realizó en el local una modificación de más del 50% de la instalación eléctrica.

6.6. Justifica y desarrolla todos los trámites necesarios para legalizar la instalación eléctrica correspondiente a dos piscinas. Debes indicar en qué grupo se encontraría clasificada cada instalación, así como toda la documentación técnica que deberías aportar y los trámites administrativos en orden cronológico. Ambas instalaciones son independientes, por lo que se generarán dos expedientes distintos.

Características técnicas de la piscina para adultos:

- Interruptor general automático: 4 × 25 A.
- Ocupación máxima: 110 personas.

Características técnicas de la piscina infantil:

- Interruptor general automático: 2 × 16 A.
- Ocupación máxima: 22 personas.

6.7. Elabora un modelo de declaración jurada en el que el titular de un almacén, cuya instalación eléctrica vas a tramitar, exponga bajo juramento que dicha instalación va a ser utilizada única y exclusivamente como almacén, no ejerciéndose en él ningún tipo de actividad industrial ni de otra índole.

6.8. ¿Cuántas copias del certificado de instalación eléctrica (boletín) son necesarias para tramitar una instalación. ¿Cuál es el destino de cada una de las copias una vez tramitado el expediente?

6.9. Especifica cada cuánto tiempo han de realizar las inspecciones periódicas las instalaciones eléctricas citadas a continuación, en caso de ser requeridas:

- Cartel luminoso de publicidad de 2,30 kW de potencia.
- Centro de transformación con tensión nominal de 4 kW.
- Edificio de viviendas con una carga prevista de 75 kW.
- Centro de mando de alumbrado público exterior de 7,36 kW de potencia.
- Vivienda unifamiliar de electrificación elevada.
- Restaurante con una potencia máxima admisible de de 18,40 kW.

© Ediciones Paraninfo

7 Manejo de programas de diseño asistido por ordenador

En la actualidad resulta indispensable conocer y manejar el *software* adecuado como soporte para la elaboración de los contenidos que conforman la documentación técnica necesaria tanto para el instalador eléctrico autorizado como para el proyectista.

La última unidad que compone este libro pretende acercarnos a la elaboración de los contenidos que componen los proyectos y memorias técnicas de diseño mediante aplicaciones informáticas específicas.

Contenidos

- 7.1. Diseño gráfico asistido con AutoCAD®
- 7.2. Software para el cálculo y representación de instalaciones eléctricas
- 7.3. Programas informáticos de gestión de costes. Presto® 2013
- 7.4. Software para el cálculo de alumbrado

Objetivos

- Introducir el concepto de diseño gráfico por ordenador.
- Dar a conocer los principales programas de ayuda para la elaboración de presupuestos.
- Aprender a utilizar programas informáticos específicos para elaborar los contenidos de proyectos y memorias técnicas de diseño.

7.1. Diseño gráfico asistido con AutoCAD®

AutoCAD® es una herramienta de diseño asistido por ordenador en dos y tres dimensiones. Se trata de un sistema rectangular de coordenadas, creado para poder plasmar elementos con precisión. Sus aplicaciones son amplias aunque, en lo que a las necesidades de diseño eléctrico se refiere, resulta de gran utilidad para la realización de diversos tipos de planos. En los proyectos de instalaciones eléctricas se necesita adjuntar diferentes esquemas. Gracias a esta herramienta se pueden realizar de forma precisa y detallada planos de tipo: esquemas unifilares, multifilares, de distribución, etcétera.

En este apartado se detallan las funciones básicas del programa. Para profundizar de manera más precisa en el uso de dicha herramienta, sería necesario recurrir a manuales amplios y detallados, puesto que las funciones que la herramienta nos proporciona son muy variadas.

Los modelos en el programa siempre se realizan a escala real de 1:1. Ofrece información acerca del plano diseñado como pueden ser coordenadas, longitudes, superficies o ángulos.

Existen diferentes versiones de AutoCAD® que introducen novedades e incluso presentan distintas interfaces que se van actualizando con las nuevas versiones. Los comandos básicos para construcción de planos eléctricos son los mismos en las diferentes versiones. La siguiente guía pretende dar unas nociones básicas en AutoCAD® para la elaboración de planos eléctricos. Se adjuntan imágenes para ayudar a la comprensión de la aplicación de la versión del programa, AutoCAD® 2013.

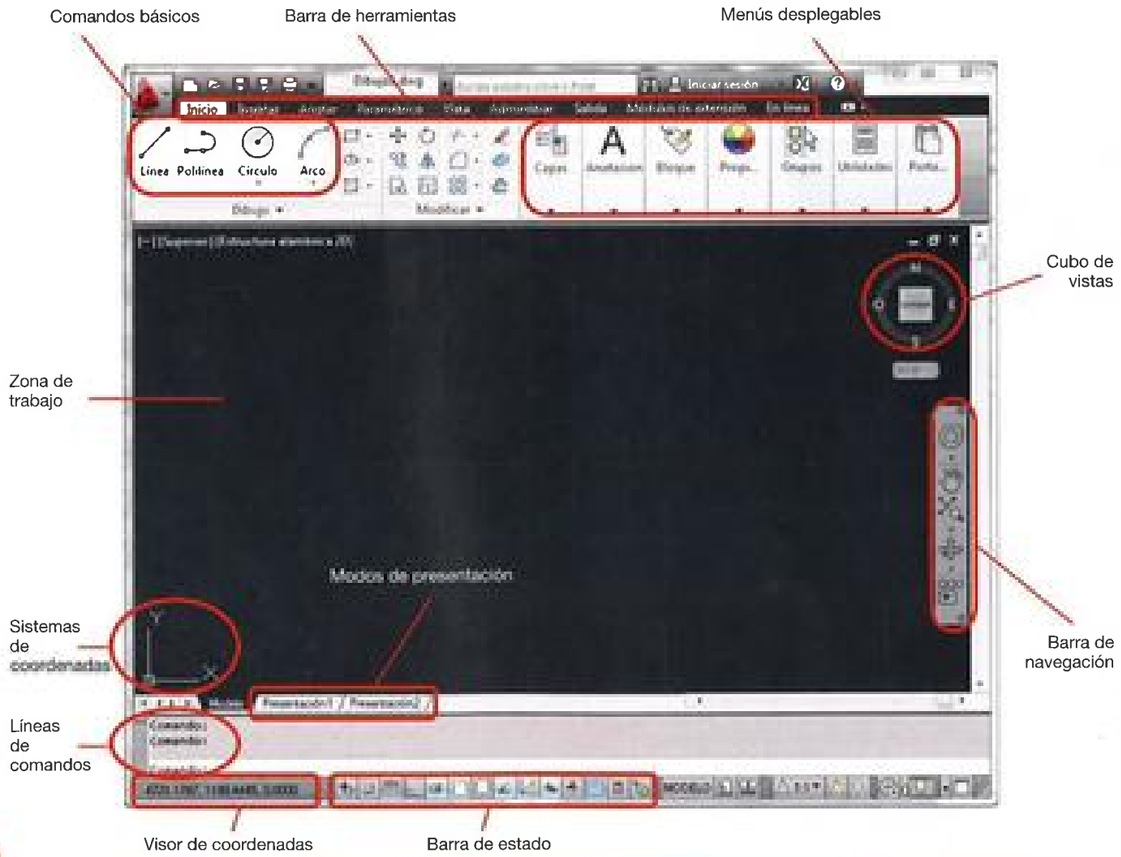


Figura 7.1. *Interfaz AutoCAD® 2012*

7.1.1. Interfaz

El programa posee una interfaz intuitiva en la cual se muestran las funciones básicas, de tal forma que se puedan editar las herramientas que se presentan dependiendo de las necesidades del usuario, así como introducir barras de herramientas adicionales.

7.1.2. Herramientas básicas

Las diferentes herramientas que se pueden utilizar con el programa se introducen y seleccionan de diversas maneras.

Barra de herramientas general

Todas las herramientas se pueden seleccionar en los desplegables del menú superior y el usuario puede anclar a la barra los comandos o herramientas que más utilice o desee para acceder más rápidamente.

Las distintas herramientas se agrupan en categorías; las más usadas se pueden fijar en la pantalla para seleccionarlas directamente.

Comandos

Se introducen escribiendo el nombre de la herramienta o la abreviatura por medio del teclado en la línea de comandos, o seleccionándola directamente en el acceso directo. Se pueden incorporar nuevos comandos para ampliar nuestra biblioteca de comandos.

Línea

Permite dibujar segmentos en línea recta, que se definen por su punto inicial y su punto final. Cada segmento formado se considera una línea distinta.

Al seleccionar el icono, se carga la orden y se pincha en la pantalla en el punto de inicio hasta el punto final. Cada vez que se pincha en la zona de trabajo con dos puntos, se hace una línea.

Polilínea

Permite dibujar segmentos en línea recta junto con arcos que pertenecen a la misma polilínea. De este modo se puede seguir cualquier contorno formando un solo elemento.

Al seleccionar el icono, se carga la orden y se pincha en el punto inicial en la zona de trabajo. Para hacer un arco, se escribe la letra *a* en la línea de comandos; para seguir en recta, una *n* y, para anular el punto seleccionado, una *h*.

Arco

Se usa para representar arcos. Tiene muchas opciones dependiendo de la forma de construcción. Se puede hacer combinando entre sí las diferentes variables: inicio, centro, fin, radio, longitud o ángulo.

Círculo

Se emplea para representar círculos. Al igual que en al arco, existen diferentes variables para su realización usando centro, diámetro, tangente, 2 puntos o 3 puntos.

Rectángulo

Se utiliza para realizar cuadrados o rectángulos.

Se carga la orden y se pincha en la zona de trabajo arrastrando hasta el punto deseado o indicando las coordenadas.

Borrar

Permite borrar uno o varios objetos. En este caso se puede seleccionar primero el dibujo que se quiera eliminar y, luego, cargar la orden o seleccionar el objeto y usar la tecla Suprimir.

Simetría

Permite copiar un dibujo seleccionado simétricamente como un espejo.

Copiar

Esta orden copia un dibujo seleccionado. Crea una copia en el lugar seleccionado por el usuario manteniendo la original.

Desplazar

Mueve el objeto seleccionado de un lugar a otro determinado. Se ha de definir la distancia del desplazamiento y la dirección. Al seleccionar el comando en la línea de comandos, aparece *Precise punto base:* punto desde el que se produce el desplazamiento. Si se introducen las coordenadas de tipo *x, y,* se desplazan esas coordenadas.

Girar

Esta orden permite designar objetos que queremos girar. Cuando se ejecuta, aparece el mensaje *Precise punto base,* desde donde se introducen coordenadas o se pincha en el punto con el ratón. Después aparece el mensaje *Precise ángulo de rotación,* donde se introduce el ángulo al que se le desea aplicar la rotación. Desde ese punto girarán todos los elementos designados.

Equidistancia

Con esta orden se realizan líneas o polilíneas en paralelo a la distancia que se necesite.

Escalar

Se utiliza para aumentar o disminuir objetos, aplicando un factor de ampliación o reducción. Al igual que con el comando Girar, aparece, al seleccionarlo, el mensaje *Precise punto base,* que es un punto del objeto que no cambia de posición.

Descomponer

Se utiliza para separar elementos de bloques, polilíneas, rayados y cotas.

Igualar

Se emplea para igualar propiedades. Se pincha sobre el comando y aparece el mensaje *Designe objeto de origen* y se selecciona el elemento deseado; el cursor se convierte en una brocha y se observa el mensaje *Designe objeto(s) destino o [Parámetros],* momento en el que se selecciona el objeto en el que se pretende copiar las propiedades del anterior. Al escribir *PA* en el teclado y pulsar Intro, aparece el cuadro de diálogo de *Parámetros de propiedades* en el que se pueden seleccionar todas las características que se desean copiar de un objeto a otro: capas, color, tipo de línea, escala de tipo de línea, grosor…

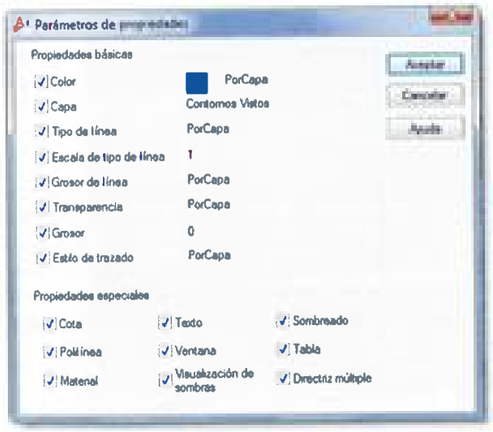


Figura 7.2. *Parámetros de propiedades*

7.1.3. Capas

El dominio de las capas al trabajar con AutoCAD® es imprescindible. Una capa en AutoCAD® se puede definir como una superficie sobre la que se dibuja con unas determinadas características que las distinguen de las demás. Se puede comenzar a dibujar sobre una capa y, cuando el dibujo posee muchas piezas, crear una capa nueva con diferentes características. Estas capas se pueden activar y desactivar, por lo que todo lo que se encuentre dentro de cada capa desaparece del dibujo. De esta forma es más sencillo diseñar sobre dibujos con muchos componentes, y volver a activar las capas cuando se desee. Para comprenderlo, un ejemplo podría consistir en realizar un plano de distribución de mobiliario en planta. De este modo se puede usar una capa para representar los sanitarios y otra capa para el resto de mobiliario; al dibujar sobre cada una independientemente, no se solaparán ni molestarán unas a otras, lo que permite que se realice cómodamente. Una vez que hayamos acabado, al activar las dos capas, obtendremos el resultado de ambas capas a la vez y el plano definitivo.

Al seleccionar en la barra de herramientas *Capas,* se pueden asignar las características deseadas a cada capa:

- Color, espesor y tipo de línea. Son las características de diseño que se dan en esa capa.
- Visibilidad de los objetos. Se puede activar o desactivar la capa para permitir la visibilidad o no de los objetos que la componen.
- Capa imprimible o no. Pueden crearse capas que luego no se desean reflejar en el documento impreso definitivo. Se trata de capas de ayuda, plantillas o capas innecesarias en el plano definitivo.
- Edición de la capa. Se pueden crear capas y bloquearlas para que no sean editables.

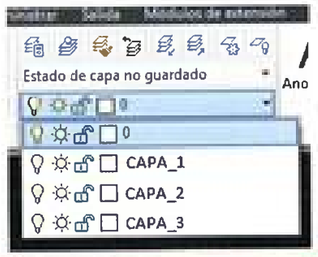


Figura 7.3. *Menú desplegable de capas*

7.1.4. Plantillas

Son de utilidad para usuarios que realizan proyectos similares constantemente y que recurren a las mismas opciones en cada uno de ellos. Las plantillas pueden guardar estilos de letras, de líneas y de cotas, además de capas, bloques o láminas. Estos elementos que se repiten habitualmente en los proyectos se pueden almacenar para usos posteriores, sin la necesidad de editarlos de nuevo en cada proyecto.

© Ediciones Paraninfo

7.1.5. Bibliotecas

AutoCAD® dispone por defecto de varias bibliotecas con elementos de uso frecuente en los diferentes proyectos que almacena ordenados por categorías (también se conocen como bloques). Es posible encontrar diversos tipos de bibliotecas predeterminadas en el programa, pero generalmente el usuario almacena sus propias bibliotecas con los elementos a los que da más uso o las adjunta de archivos creados por otros usuarios con extensión *.dwg.*

El programa permite insertar objetos normalizados sin la necesidad de diseñarlos uno a uno en cada ocasión que se necesita usar.

> Las bibliotecas de símbolos eléctricos son de gran utilidad para la elaboración de planos y esquemas relacionados con la documentación de las instalaciones electrotécnicas.

7.1.6. Gestión de archivos

Una vez realizado el plano definitivo en AutoCAD®, se guarda el archivo con el nombre deseado. La extensión de salida de los archivos de AutoCAD® es *.dwg* aunque, siempre que se guarda un archivo, este genera automáticamente otro con la extensión *.dxf.* Este último tipo de archivo permite ser abierto por otros programas de edición gráfica e incluso en forma de archivo de texto en algunos casos. En cambio, el archivo con extensión *.dwg* solo puede ser abierto y usado por el programa AutoCAD® (figura 7.4).

Existen otros tipos de archivos de salida relacionados con los métodos de trabajo en el programa, como son las plantillas y las bibliotecas de estilos de trazado, a través de los cuales se pueden almacenar opciones de visualización de la ventana del programa, así como grosores y colores de líneas definidas por el usuario (figura 7.5).

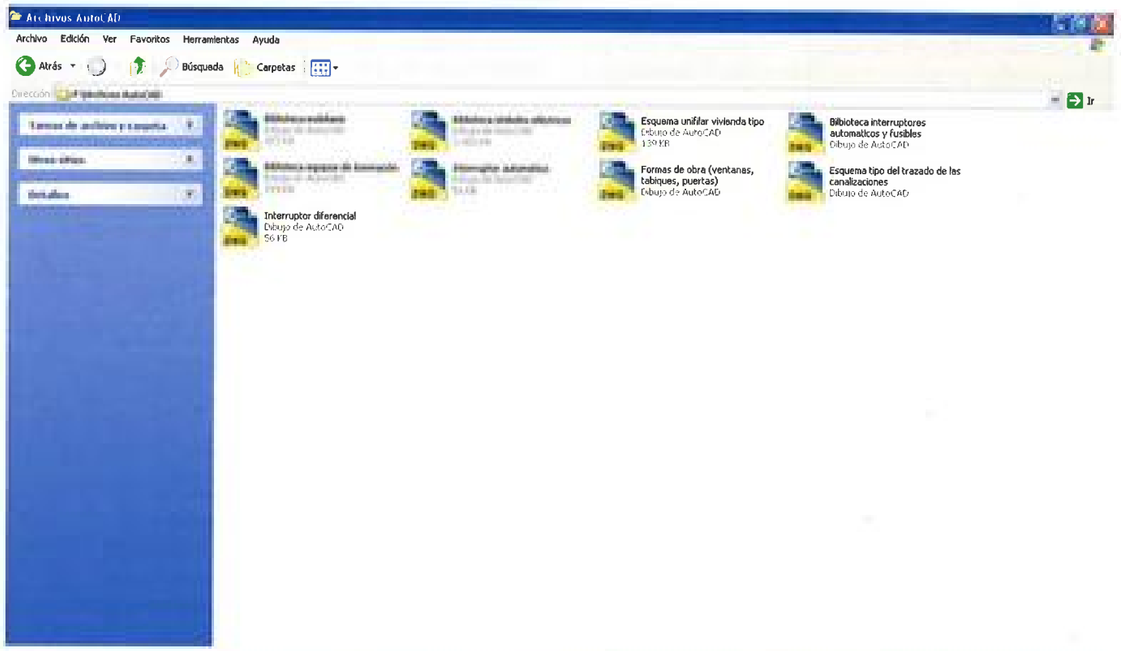


Figura 7.4. *Ejemplos de archivos y bibliotecas con extensión .dwg*

Figura 7.5. *Tipos de archivos asociados a AutoCAD®*

Una vez finalizado y guardado el plano, se puede ejecutar el último paso: la impresión. La impresión de planos en AutoCAD® se realiza a escala. El uso que vamos a hacer de AutoCAD® nos obliga a realizar planos a escala; es por ello que resulta importante conocer cómo se imprimen planos a escala de forma que queden correctamente acoplados en nuestro formato de impresión.

7.1.7. Impresión a escala

Tras finalizar el diseño, hay que dirigirse a la pestaña *Presentación,* que se sitúa junto a la pestaña *Modelo.* Dicha pestaña existe normalmente de forma predeterminada al abrir el programa. De no ser así, se incorporaría de la siguiente manera: se pincha sobre la *A* del margen superior izquierdo de la ventana del programa, que despliega el menú principal; se selecciona *Opciones* y, dentro de él, se escoge la pestaña de *Visualización;* en la parte inferior del cuadro se activa la opción *Mostrar ficha Presentación y Modelo* y, para pasos posteriores, también se selecciona la opción *Mostrar área de impresión* (figura 7.6).

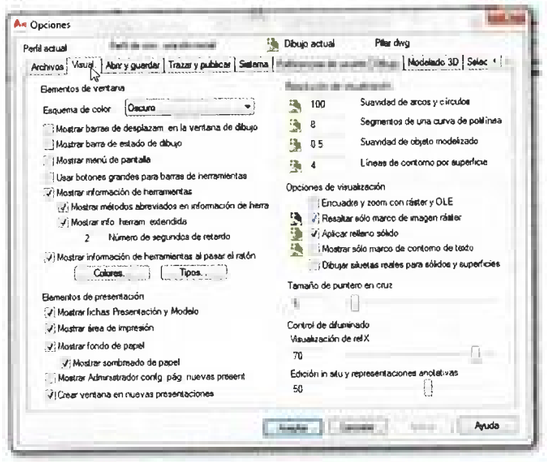

Opciones
Perfil actual
Dibujo actual
Pilar dwg
Archivos
Visual
Abrir y guardar
Trazar y publicar
Sistema
Modelado 3D
Elementos de ventana
Esquema de color
Oscuro
Mostrar barras de desplazam en la ventana de dibujo
Mostrar barra de estado de dibujo
Mostrar menú de pantalla
Usar botones grandes para barras de herramientas
Mostrar información de herramientas
Mostrar métodos abreviados en información de herra
Mostrar info herram extendida
2 Número de segundos de retardo
Mostrar información de herramientas al pasar el ratón
Colores...
Tipos...
Elementos de presentación
Mostrar fichas Presentación y Modelo
Mostrar área de impresión
Mostrar fondo de papel
Mostrar sombreado de papel
Mostrar Administrador config. pág. nuevas present
Crear ventana en nuevas presentaciones
100 Suavidad de arcos y círculos
8 Segmentos de una curva de polilínea
0.5 Suavidad de objeto modelizado
4 Líneas de contorno por superficie
Opciones de visualización
Encuadre y zoom con ráster y OLE
Resaltar sólo marco de imagen ráster
Aplicar relleno sólido
Mostrar sólo marco de contorno de texto
Dibujar siluetas reales para sólidos y superficies
Tamaño de puntero en cruz
Control de difuminado
Visualización de refX
70
Edición in situ y representaciones anotativas
50
Ayuda

Figura 7.6. *Ventana Opciones*

Una vez se obtiene la pestaña *Presentación,* hay que dirigirse a ella. Lo que se ve es cómo queda el dibujo que a a ser impreso, pero, antes de ajustar el dibujo, se ha de seleccionar el tamaño del papel de la impresión. Para ello se pincha con el botón derecho encima de la pestaña de *Presentación* y se selecciona *Administrador de configuraciones de página.* En este nuevo menú se selecciona la presentación de *Modificar* y se despliega el menú de opciones de esa presentación; en él se elije la impresora y el tamaño del papel de la impresión.

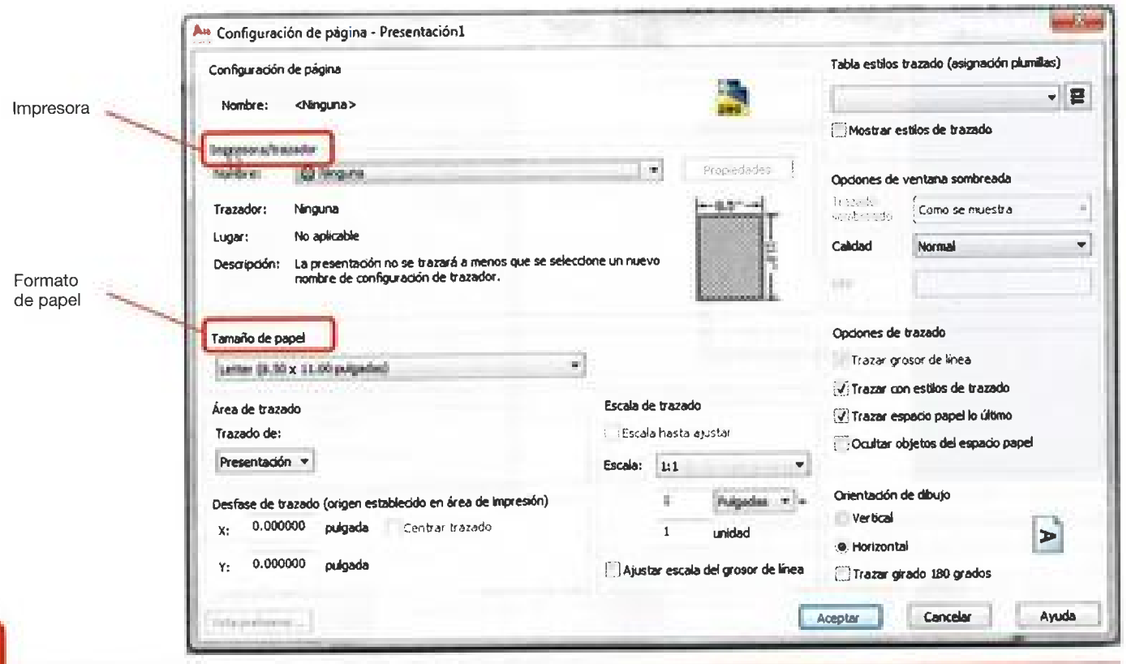


Figura 7.7. *Configuración de página*

Tras seleccionar el papel y la impresora, se vuelve a *Presentación*, donde se observa cómo queda el dibujo dentro del formato de papel seleccionado; pinchando en los márgenes, se ajusta el dibujo al tamaño del papel de la forma deseada (figura 7.8).

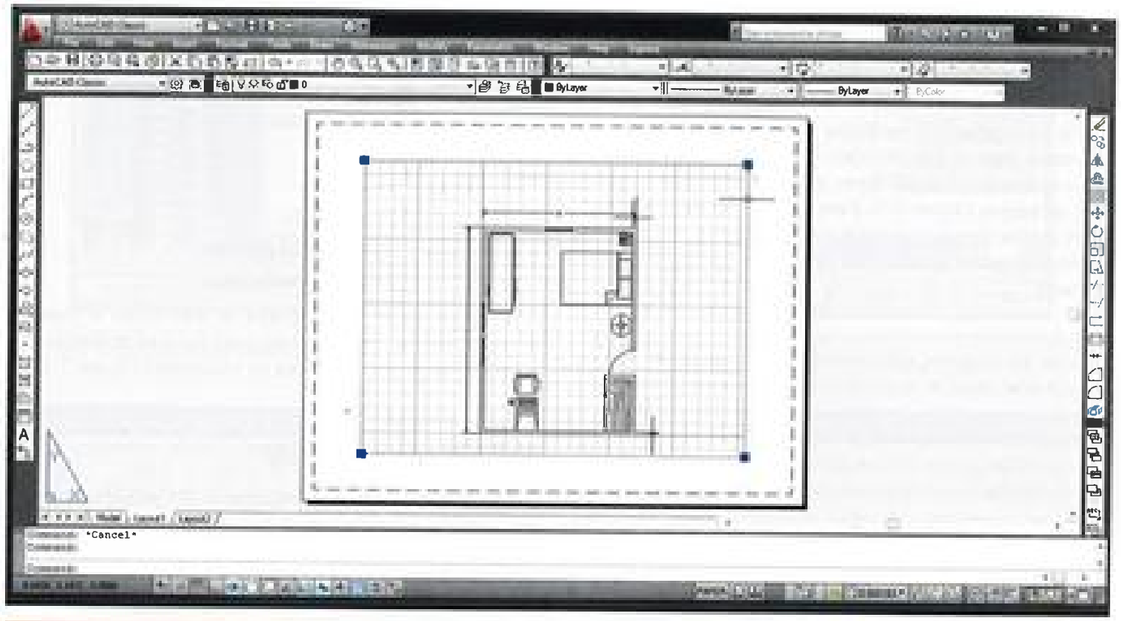


Figura 7.8. *Ajuste de los márgenes*

Una vez ajustado correctamente, se ha de elegir la escala que se quiera usar. Para ello hay que dirigirse al margen inferior derecho, en la barra de estado, y seleccionar la escala (figura 7.9).

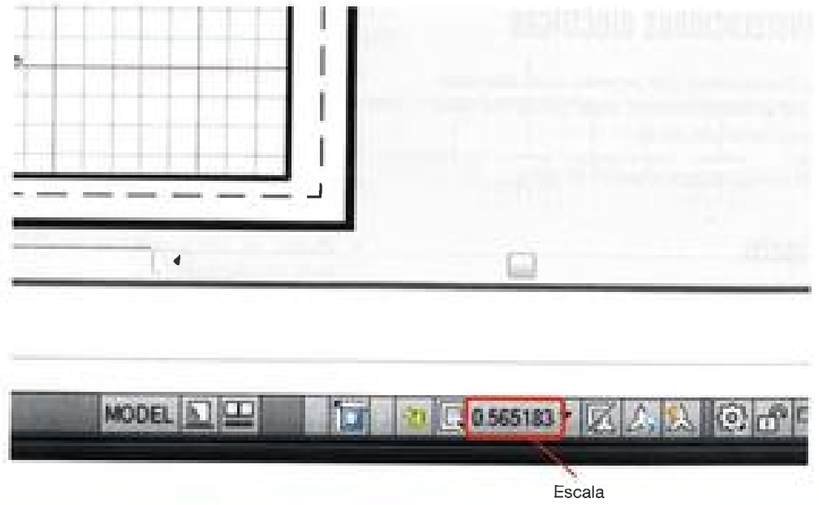


Figura 7.9. *Selección de la escala*

Al pinchar sobre él, se obtiene un desplegable con las escalas existentes (en caso de necesitar usar otra escala, se puede editar e introducir una nueva). Se escoge la escala que se quiere usar para ajustar el dibujo al área de impresión que existe en el formato de papel seleccionado; si, con la escala deseada, el dibujo no cabe dentro del papel que se va a usar, se debe buscar otra escala adecuada. Una vez ajustado, hay que dirigirse a *Imprimir,* donde se ven todas las opciones que se seleccionaron anteriormente, y ya se puede imprimir el dibujo.

En caso de querer configurar determinadas opciones de impresión para el dibujo, como puedan ser colores y grosores de líneas, se puede hacer en la ventana de configuración de página (figura 7.7). Para ello se pulsa en la opción *Tabla estilos trazados (asignación plumillas)* y se elige una predeterminada o se edita una propia con las características deseadas.

Existe un programa informático denominado **AutoCAD® Electrical** diseñado específicamente para crear y modificar esquemas eléctricos. Este *software* mantiene todas las funcionalidades de AutoCAD®, pero añade funciones eléctricas, bibliotecas exclusivas de símbolos eléctricos y otras herramientas relacionadas con la ingeniería eléctrica.

7.2. *Software* para el cálculo y representación de instalaciones eléctricas

El *software* es una herramienta que permite a los diseñadores eléctricos y a los profesionales de automatización crear proyectos de instalaciones eléctricas.

A continuación conoceremos algunos de ellos.

7.2.1. Cypelec

Cypelec es un programa diseñado para el cálculo y dimensionado de las instalaciones eléctricas adaptado a la normativa vigente en España. Se pueden realizar todos los documentos necesarios en un proyecto eléctrico, como son la memoria, los cálculos, el pliego de condiciones, las mediciones y los esquemas eléctricos.

El dimensionamiento de una instalación eléctrica requiere tener una idea de lo que se quiere obtener con el uso del programa. Para ello resulta necesario definir previamente algunas características que se pretende que cumpla la instalación antes de comenzar a introducir los datos de cálculo.

Plantillas

Cypelec dispone de unas plantillas predefinidas que generan las características básicas de algunas instalaciones, las cuales son dimensionadas según la normativa aplicable por el programa:

- Obra vacía de viviendas.
- Obra vacía genérica.
- Vivienda unifamiliar.
- Local público pequeño.
- Instalación provisional de obra.
- Garaje con ventilación forzada.

Una vez abierto el programa, se selecciona la plantilla de la instalación tipo y se completan las características técnicas que el propio programa va solicitando (figura 7.10).

Entorno de trabajo

La interfaz del programa permite un uso sencillo del mismo. Una vez seleccionada en la plantilla la instalación que se quiere realizar, el programa solicita al usuario información básica de la instalación eléctrica que se quiere generar como la tensión, el tipo de conexión de tierra, el número de plantas o la derivación individual.

Una vez introducidos todos los parámetros que solicita el programa, en función del tipo de instalación, se genera el esquema (figura 7.11).

El programa se divide en dos ventanas y las barras de herramientas superiores.

En la ventana izquierda hay dos pestañas:

- Esquema: en esta pestaña se introducen y se llevan a cabo los cálculos.
- Planos: en esta pestaña se puede realizar el croquis de la instalación.

En la ventana de la derecha se generan pestañas al seleccionar anteriormente *Esquema:*

- Unifilar: es el esquema unifilar de la instalación creada. Se muestran las líneas y los símbolos de los componentes sin indicar sus características.
- Detalle: es el esquema unifilar pero con todas las características detalladas de las líneas y los componentes. En él se puede editar la información de la instalación en opciones de representación de líneas.

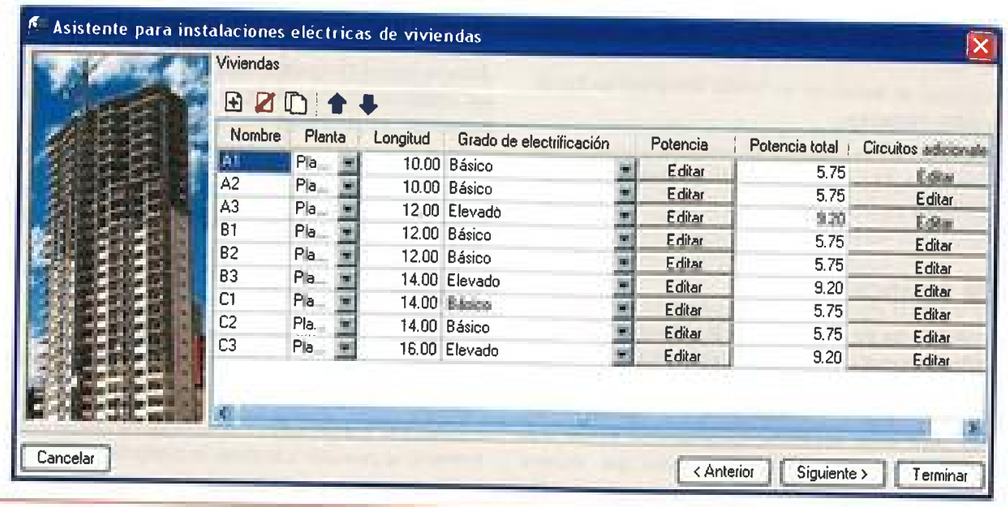

Asistente para instalaciones eléctricas de viviendas
Viviendas
Nombre
Planta
Longitud
Grado de electrificación
Potencia
Potencia total
Circuitos adicionales
A1 Pla... 10.00 Básico Editar 5.75 Editar
A2 Pla... 10.00 Básico Editar 5.75 Editar
A3 Pla... 12.00 Elevado Editar 9.20 Editar
B1 Pla... 12.00 Básico Editar 5.75 Editar
B2 Pla... 12.00 Básico Editar 5.75 Editar
B3 Pla... 14.00 Elevado Editar 9.20 Editar
C1 Pla... 14.00 Básico Editar 5.75 Editar
C2 Pla... 14.00 Básico Editar 5.75 Editar
C3 Pla... 16.00 Elevado Editar 9.20 Editar
Cancelar
< Anterior
Siguiente >
Terminar

Figura 7.10. *Ejemplo de plantilla para viviendas*

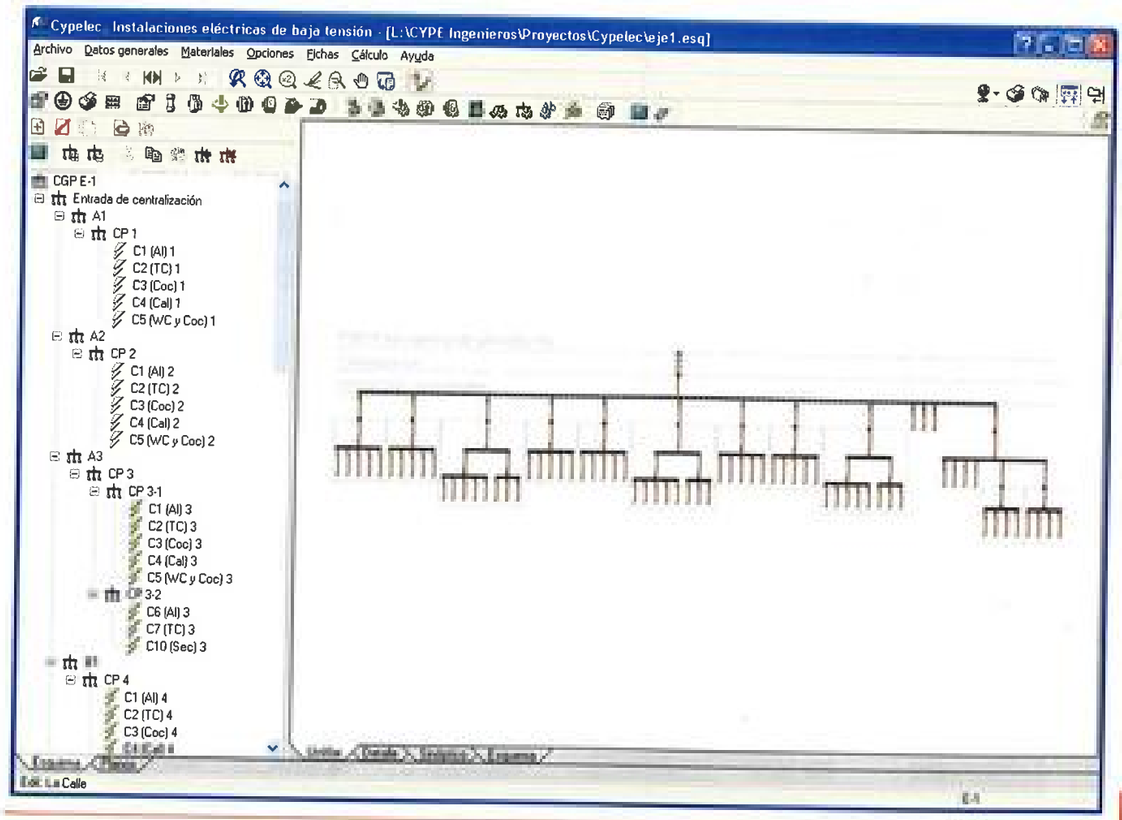


Figura 7.11. *Interfaz Cypelec*

- Sinópticos: cuadros con las diferentes zonas de la instalación.
- Esquema: se muestran las líneas de enlace de los diferentes esquemas.

En la ventana de la izquierda se pueden expandir o contraer los circuitos. Dicha acción queda reflejada en el unifilar de la pantalla de la derecha.

Bibliotecas

Una vez se generan los detalles de la instalación, el usuario puede editar determinados aspectos como los componentes que la forman en cuanto a características o materiales, puesto que el programa selecciona los que considera más adecuados para cada situación. El programa posee una amplia biblioteca de fabricantes y modelos que incluye diversos interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, fusibles, cableado y tubos, entre otros. En caso de seleccionar componentes distintos a los asignados por defecto por el programa, este comprueba de nuevo todos los componentes y los selecciona y reasigna en función de las nuevas posibilidades.

Todos los detalles modificables pueden volver a asignarse por defecto según el criterio del programa volviendo a pulsar en ellas la opción *Valores de instalación.*

Procesado de datos

El icono de *Información de líneas* muestra la información correspondiente a cada línea en cuanto a los elementos que la componen (figura 7.12).

Una vez completados todos los datos que se quieren introducir, se procede a realizar la comprobación de la instalación en cuanto a dimensionado y normativa establecida.

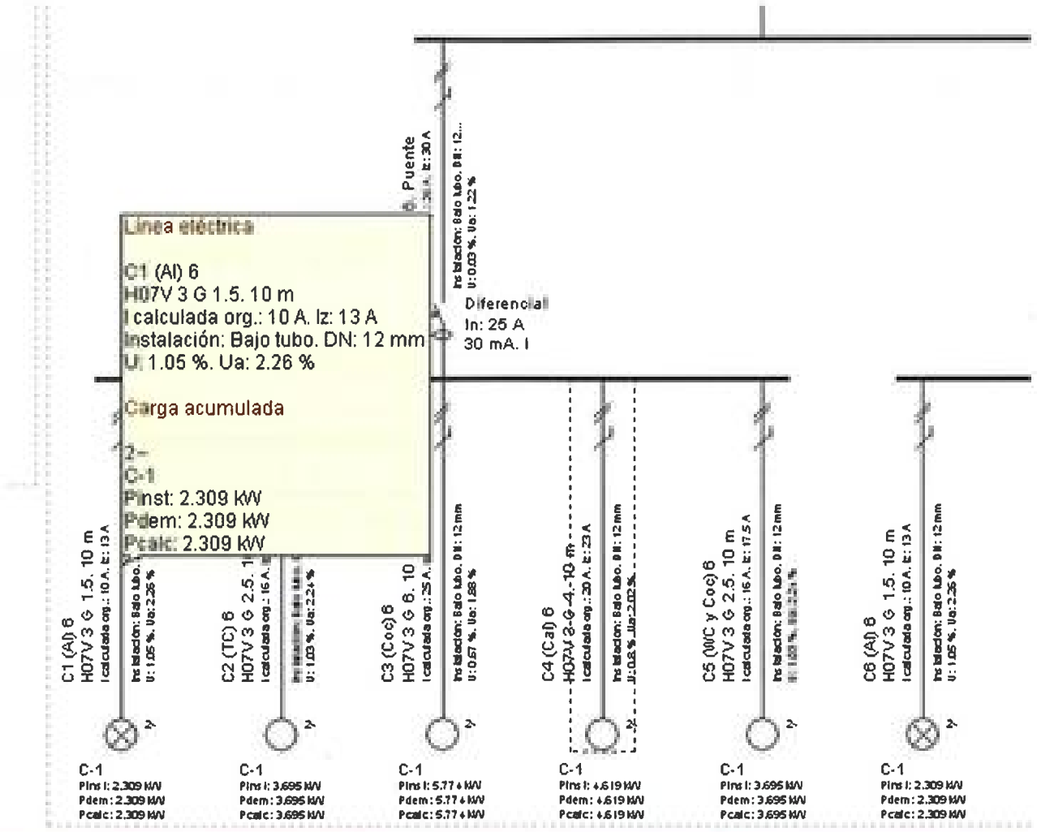


Figura 7.12. *Información de líneas*

Se selecciona la opción *Comprobar* para que el programa determine si los resultados obtenidos a partir de los datos son adecuados a la normativa. Además se puede seleccionar *Dimensionar* para que el programa realice los cálculos oportunos cada vez que se introduzca un nuevo valor por parte del usuario.

Si se pincha sobre los componentes existentes en *Unifilar* o *Detalles* de la ventana derecha de la interfaz, se abre una ventana con todos los detalles y los parámetros introducidos de dichos componentes.

Resultados

Una vez finalizado todo el cálculo de la instalación, si no se quiere modificar nada, se pulsa *Terminar* y el programa realiza todos los cálculos definitivos. En este punto se accede a *Listado de obra* y se seleccionan todos los apartados que se quieren imprimir.

Los resultados se obtienen con el formato adecuado de un proyecto eléctrico tipo. Se puede exportar en diferentes formatos para su posterior edición. Además, los esquemas son exportables en formato .dxf o .dwg para poder ser tratados por otros editores de imágenes como el Autocad y así realizar proyectos eficazmente (figura 7.13).

Cypelec también está diseñado para poder realizar Memorias Técnicas de Diseño (MTD), en los casos en los que no se precisa proyecto. El programa permite completar los diferentes modelos de los certificados de instalación eléctrica en baja tensión existentes en cada comunidad autónoma.

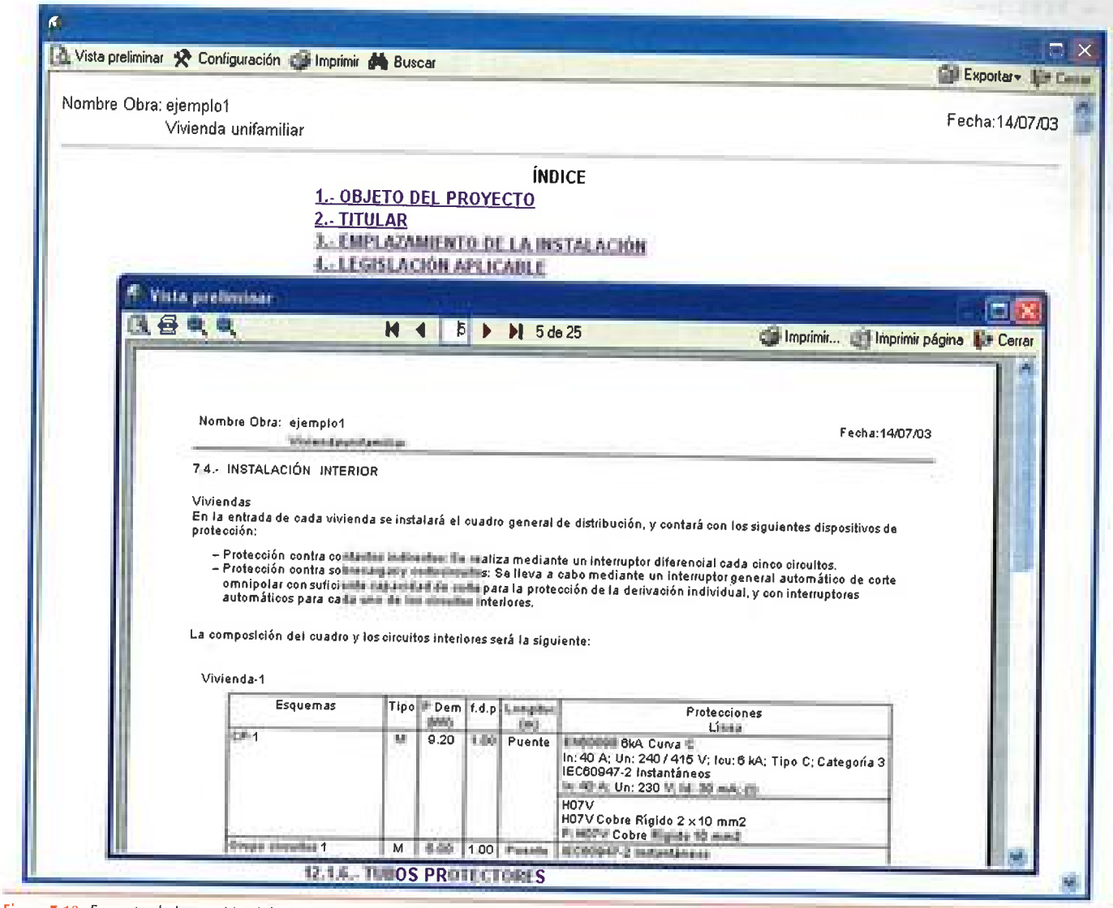

Vista preliminar
Configuración
Imprimir
Buscar
Exportar
Cerrar
Nombre Obra: ejemplo1
Vivienda unifamiliar
Fecha:14/07/03
ÍNDICE
1.- OBJETO DEL PROYECTO
2.- TITULAR
3.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN
4.- LEGISLACIÓN APLICABLE
Vista preliminar
5 de 25
Imprimir...
Imprimir página
Cerrar
Nombre Obra: ejemplo1
Fecha:14/07/03
7.4.- INSTALACIÓN INTERIOR
Viviendas
En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de distribución, y contará con los siguientes dispositivos de protección:
– Protección contra contactos indirectos: Se realiza mediante un interruptor diferencial cada cinco circuitos.
– Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se lleva a cabo mediante un interruptor general automático de corte omnipolar con suficiente capacidad de corte para la protección de la derivación individual, y con interruptores automáticos para cada uno de los circuitos interiores.
La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:
Vivienda-1
Esquemas
Tipo
Dem (kW)
f.d.p
Protecciones Línea
CP-1
M
9.20
1.00
Puente
8kA Curva C
In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
IEC60947-2 Instantáneos
H07V
H07V Cobre Rígido 2 x 10 mm2
12.1.6.- TUBOS PROTECTORES

Figura 7.13. *Formato de impresión del proyecto*

7.2.2. dmELECT

La empresa dmELECT desarrolla desde hace más de veinte años *software* técnico relacionado con instalaciones para ingeniería, arquitectura y construcción. Entre sus programas informáticos existen dos que destacan por su relación directa con el ámbito de las instalaciones electrotécnicas: el programa CIEBT y el VIVI, que ponen a disposición del usuario herramientas gráficas para realizar el diseño de la forma más simple posible.

- **CIEBT (instalaciones eléctricas en baja tensión para edificios singulares, locales e industrias):** este programa permite calcular instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios singulares, locales comerciales o colectivos e industrias de todo tipo, todo ello mediante diseño gráfico sobre esquema unifilar.
- **VIVI (instalaciones eléctricas en edificios de viviendas):** este programa permite calcular instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas o en los que exista una o varias centralizaciones de contadores, todo ello mediante diseño gráfico sobre esquema unifilar.

A grandes rasgos, ambos programas presentan seis zonas bien diferenciadas:

- **Menú general de opciones**

  Engloba todas las funciones y opciones que se pueden ejecutar con el programa. Se encuentra en la parte más alta de la pantalla. Incluye los siguientes menús: *Proyecto, Edición, Ver, Líneas, Cálculos, Resultados* y *Ayuda.*

- **Botonera de acceso directo a los comandos más usuales**

  Permite acceder directamente a las funciones más usuales del programa (abrir o guardar un proyecto, cortar, copiar, pegar, deshacer, calcular caída de tensión y puesta a tierra, visualizar documentos, imprimir, obtener el esquema unifilar en formato CAD, etcétera).

- **Paletas de componentes gráficos**

  Contiene todos los tipos de líneas necesarios para dibujar una instalación eléctrica de baja tensión (línea motor, línea alumbrado, línea a subcuadro del que cuelgan a su vez otras líneas, etcétera).

- **Paleta de herramientas**

  Permite tener acceso directo a las operaciones más usuales de edición gráfica y visualización del esquema unifilar (selección, mover línea, mover bloque, *zoom,* etcétera).

- **Ventana de propiedades de componentes**

  Es utilizada en el proceso de introducción de líneas o en la modificación de los valores de estas. Se trata de una ventana flotante que se abre al realizar doble clic sobre alguna de las líneas dibujadas en el esquema unifilar.

- **Zona de edición gráfica**

  Es la zona donde se van introduciendo todas las líneas del esquema unifilar, pinchando directamente con el botón izquierdo del ratón (haciendo un clic) sobre un tipo de línea de la paleta de componentes y ubicándola bajo la línea de referencia. Posteriormente, realizando doble clic sobre la línea dibujada, se abrirá la ventana de propiedades donde definir todos los datos y parámetros del circuito eléctrico.

El funcionamiento y uso de ambos programas informáticos es similar. Para diseñar el esquema unifilar de un cuadro del edificio, se accederá a la *paleta de componentes,* se hará un clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono deseado (línea para alumbrado, otros usos, cocina, horno, etc.), se desplazará la línea seleccionada hasta la zona de edición gráfica elegida por el usuario y se hará otro clic sobre el botón izquierdo. Cada vez que se presiona un clic en la zona de edición gráfica, se introduce en el esquema unifilar una línea o circuito eléctrico.

Una vez diseñado el esquema unifilar, realizando doble clic sobre cada línea, en la zona de edición gráfica, se despliega la *Ventana de propiedades* (datos y parámetros), donde poder definir todas las características (longitud, potencia, sección de los conductores, etcétera).

Una vez diseñados todos los esquemas unifilares de la instalación y definidos los datos y parámetros de cada línea, el programa realiza automáticamente todos los cálculos asociados al proyecto:

- Intensidad máxima admisible.
- Caída de tensión.
- Protección frente a sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).
- Protección contra contactos directos e indirectos.

En el caso específico del programa VIVI, se suele comenzar el estudio analizando la previsión de cargas de cada centralización (pues pueden existir varias) y definiendo los datos y parámetros de la acometida y líneas generales de alimentación.

Para crear los diferentes cuadros o centralizaciones de un edificio, se utilizará la opción *Centralización/Cuadros, Añadir centralización o cuadro.* Es posible crear cuadros para viviendas o para otros usos (zonas comunes o garaje). Por defecto existen cuadros tipo de las viviendas más comunes con electrificación básica y elevada.

© Ediciones Paraninfo

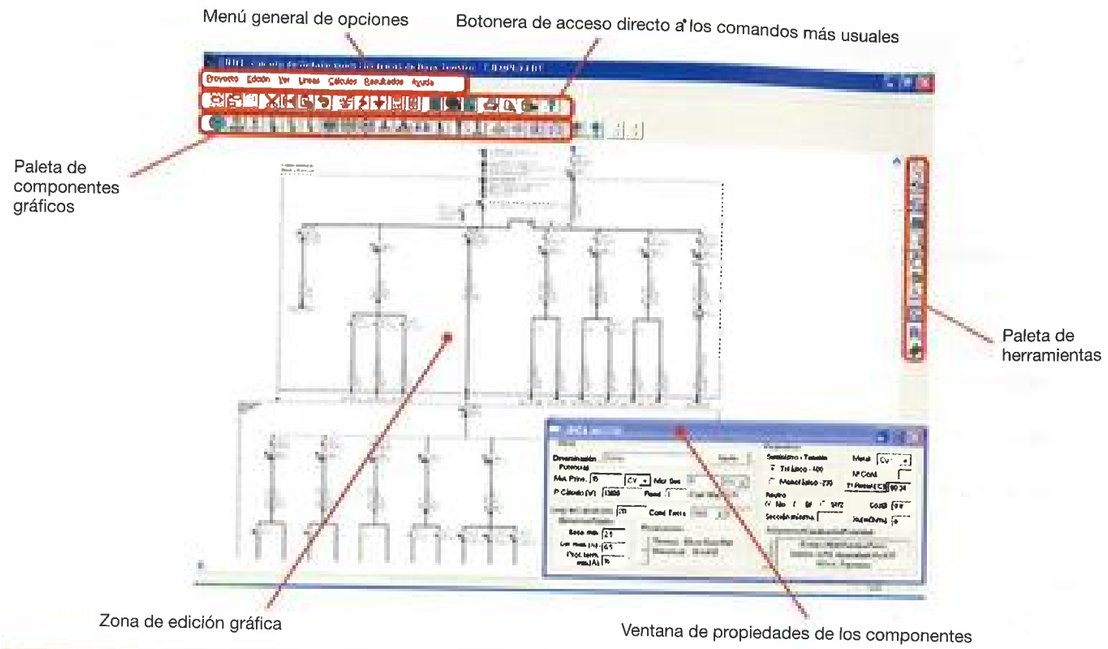

Menú general de opciones
Botonera de acceso directo a los comandos más usuales
Paleta de componentes gráficos
Paleta de herramientas
Zona de edición gráfica
Ventana de propiedades de los componentes

Figura 7.14. *Interfaz de CIEBT*

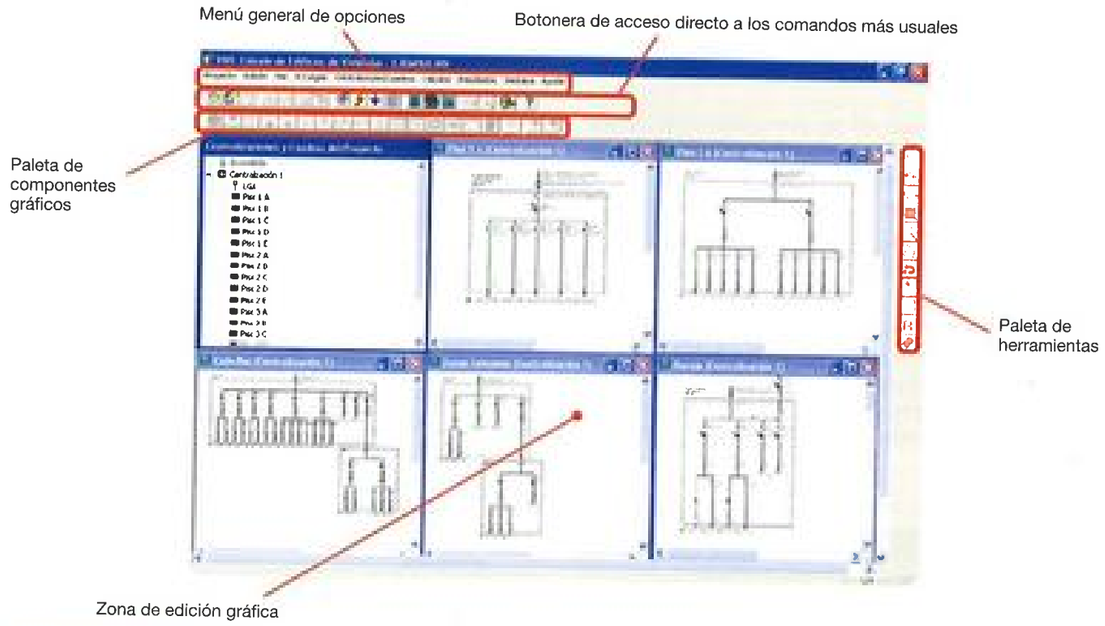

Menú general de opciones
Botonera de acceso directo a los comandos más usuales
Paleta de componentes gráficos
Paleta de herramientas
Zona de edición gráfica

Figura 7.15. *Interfaz de VIVI*

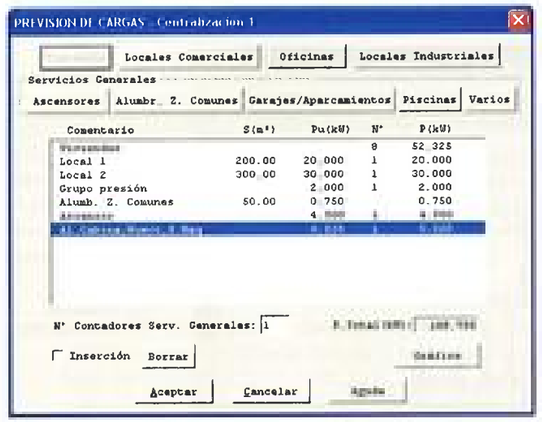


Figura 7.16. *Submenú de previsión de cargas*

Finalmente, y una vez calculado el proyecto, se puede acceder a los resultados desde tres puntos de vista:

a) Haciendo un *Zoom ventana* sobre el esquema unifilar y observando minuciosamente todos los datos obtenidos.

b) Accediendo a los *Resultados del proyecto:* memoria descriptiva, anexo de cálculo, medición, pliego de condiciones y esquemas en fichero .dxf.

c) Abriendo la ventana de *Resultados de línea.*

A la hora de diseñar un proyecto electrotécnico con cualquiera de estos dos programas informáticos, resulta posible poder acceder a las *Condiciones generales* y consultar, definir o modificar los datos o hipótesis de partida. Los valores por defecto son los más usuales y están de acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del año 2002.

Cuando una instalación no requiere proyecto para su legalización y basta con la presentación de una MTD firmada por un instalador autorizado, el usuario deberá seleccionar la comunidad autónoma donde se va a realizar la legalización, pues los formularios que se han de rellenar son diferentes.

Actividad propuesta

7.1. Realiza los dos ejemplos prácticos resueltos que aparecen en el manual de dmELECT incluido en la web para familiarizarte con el manejo de los programas informáticos CIEBT y VIVI.

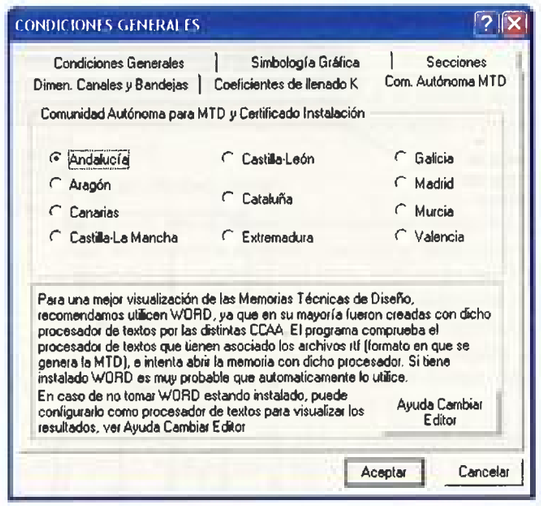

CONDICIONES GENERALES
Condiciones Generales
Simbología Gráfica
Secciones
Dimen. Canales y Bandejas
Coeficientes de llenado K
Com. Autónoma MTD
Comunidad Autónoma para MTD y Certificado Instalación
Andalucía
Aragón
Canarias
Castilla-La Mancha
Castilla-León
Cataluña
Extremadura
Galicia
Madrid
Murcia
Valencia
Para una mejor visualización de las Memorias Técnicas de Diseño, recomendamos utilicen WORD, ya que en su mayoría fueron creadas con dicho procesador de textos por las distintas CCAA. El programa comprueba el procesador de textos que tienen asociado los archivos rtf (formato en que se genera la MTD), e intenta abrir la memoria con dicho procesador. Si tiene instalado WORD es muy probable que automaticamente lo utilice.
En caso de no tomar WORD estando instalado, puede configurarlo como procesador de textos para visualizar los resultados, ver Ayuda Cambiar Editor
Ayuda Cambiar Editor
Aceptar
Cancelar

Figura 7.17. *Selección de la comunidad autónoma donde se encuentra ubicada la instalación*

7.2.3. El Boletín

El Boletín es un programa informático diseñado para ayudar al instalador electricista a cumplimentar los impresos oficiales del certificado de instalación eléctrica de baja tensión y la Memoria Técnica de Diseño conforme a las especificaciones técnicas y disposiciones legales vigentes.

Una de las principales ventajas que ofrece es la posibilidad de diseñar e imprimir de forma **rápida y sencilla** esquemas unifilares y croquis de las instalaciones eléctricas. Las versiones actualmente disponibles están también preparadas para la tramitación telemática de la documentación a través de Internet.

En la figura 7.18 se muestra la apariencia del asistente para la elaboración de esquemas eléctricos unifilares. La ventana del programa se encuentra dividida en tres zonas.

- Zona superior: muestra el modelo de cómo quedará el esquema, manteniendo las relaciones entre los elementos introducidos en cada uno de los tres niveles disponibles.
- Zona central: se emplea para introducir los elementos en cada nivel, así como para modificar sus propiedades.
- Zona inferior: en ella es posible indicar si el circuito tiene protección contra sobretensiones. En esta zona también resulta posible ejecutar las dos operaciones disponibles: *Vista previa* y *Generar esquema.*

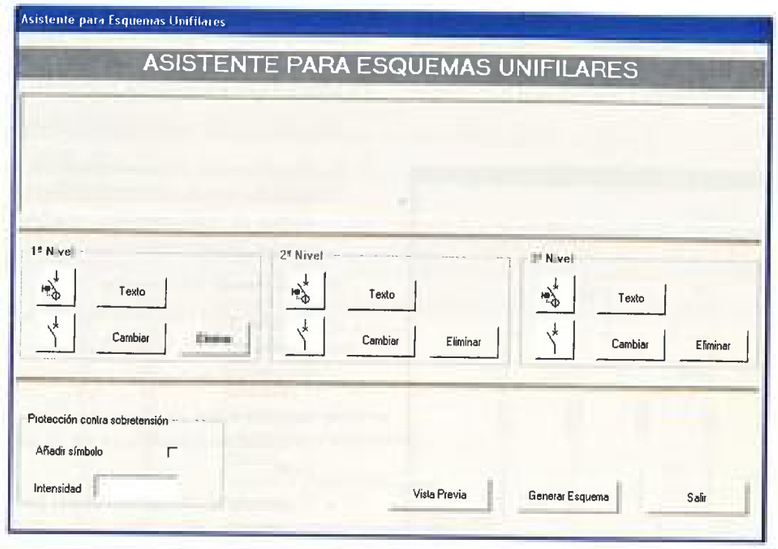


Figura 7.18. *Apariencia inicial del asistente para la elaboración de esquemas unifilares del programa informático El Boletín*

Para comenzar a editar el esquema correspondiente, debe introducirse un elemento de *1.er Nivel*, pulsando sobre los botones en los que se representa un interruptor diferencial o un interruptor automático magnetotérmico.

Automáticamente aparecerá un elemento del tipo seleccionado en el primer nivel del esquema y una ventana emergente de introducción de texto, donde cumplimentar los valores relativos a la intensidad, la sección del cable y el diámetro de la canalización.

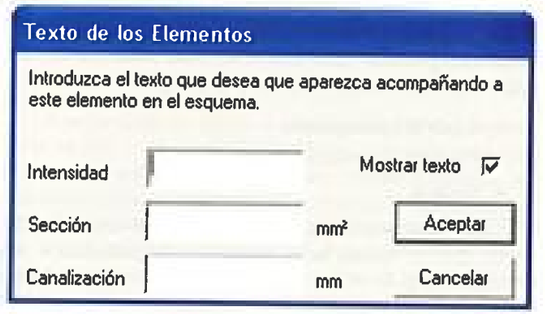


Figura 7.19. *Ventana emergente para la inserción de texto*

En el primer nivel resulta posible añadir hasta tres elementos distintos, de los que colgarían los circuitos interiores.

Para introducir elementos de segundo nivel, debe seleccionarse el interruptor diferencial o automático correspondiente del nivel superior (se pondrá el fondo de color gris oscuro) y pulsar en los botones con los símbolos correspondientes del grupo de *2.º Nivel.*

En el segundo nivel resulta posible añadir hasta cuatro elementos distintos por cada elemento del primer nivel.

Para introducir elementos del tercer y último nivel, se procederá de manera idéntica a los casos anteriores. En el cuadro de texto de este nivel se ofrece la posibilidad de añadir, además de la intensidad, la sección del cable y el diámetro de la canalización, una breve descripción que aparecerá en la parte inferior del circuito.

En el tercer nivel resulta posible añadir hasta 12 circuitos distintos por cada uno de los elementos del segundo nivel.

Para eliminar cualquier elemento, hay que seleccionarlo (cambiará de color) y ejecutar el comando *Eliminar* correspondiente al nivel en el que se encuentre el elemento. Si dicho elemento tiene por debajo de él más circuitos, también serán eliminados, redistribuyéndose el espacio. Esta acción no se puede deshacer.

Finalmente, existen dos opciones para crear el esquema:

- **Vista previa:** crea el esquema y muestra cómo queda. Mantiene el trabajo en el asistente de diseño, por lo que el usuario puede realizar cualquier cambio que se desee ejecutando el comando *Volver.* Es muy importante activar la *Vista previa* hasta comprobar que el esquema unifilar es correcto.

- **Generar esquema:** introduce el esquema de manera definitiva en la documentación técnica. Al activar esta opción, se pierde toda la información introducida, por lo que no resultará posible realizar ningún cambio.

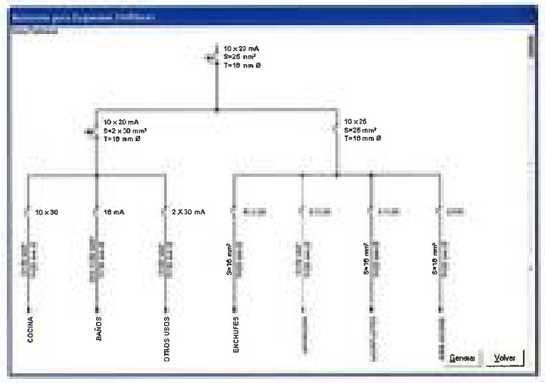


Figura 7.20. *Vista previa de un esquema unifilar creado con el asistente del programa informático El Boletín*

Actividad propuesta

7.2. Una de las principales ventajas que ofrece el programa El Boletín es la facilidad y sencillez para realizar esquemas unifilares. Sin embargo, no reconoce cuándo se comete un fallo en la elaboración de los mismos, por lo que debe prestarse especial atención al introducir los datos.

Observa la figura 7.20, en la que se muestra la vista previa de un esquema unifilar creado con el programa y localiza todos los posibles fallos que se hayan podido cometer al introducir los datos.

7.3. Programas informáticos de gestión de costes. Presto® 2013

En la actualidad resulta indispensable el manejo del *software* adecuado para la realización de presupuestos, de manera que elaborar esta parte de la documentación técnica no se convierta en algo excesivamente complicado.

Para llevar a cabo esta tarea, uno de los programas informáticos de gestión de costes más utilizados a nivel mundial es el denominado Presto®. Se trata de un programa integrado para el control de los costes de un proyecto de construcción, que comprende las diferentes necesidades de todos los agentes que intervienen y de todas las fases.

Las principales tareas que se abordan con Presto son:

- Preparación de presupuestos y mediciones, estimación rápida de honorarios, predimensionado de costes de construcción, cuadros de precios y otras ayudas al proyecto.
- Análisis de rentabilidad.
- Ayudas para crear cuadros de precios y catálogos de productos para la construcción.
- Planificación temporal y gestión del proyecto.
- Seguimiento de la producción, la facturación y los resultados económicos de la obra durante la ejecución.
- Creación de documentos del proyecto relativos a seguridad y salud, control de calidad, gestión ambiental y seguimiento de incidencias en la entrega.

A continuación se presenta una pequeña guía cuyo objetivo es ofrecer unas nociones básicas en el uso de Presto®. Se adjuntan imágenes para ayudar a la comprensión de la aplicación de la última versión del programa, Presto® 2013.

7.3.1. Interfaz

El programa tiene una interfaz muy intuitiva en la cual se muestran las funciones de mayor uso. Este entorno de trabajo puede ser personalizado dependiendo de las necesidades del usuario (figura 7.21).

La información se presenta organizada por procesos en ventanas o pestañas, cada una de las cuales muestra un conjunto específico de datos, como por ejemplo:

- Árbol del presupuesto.
- Conceptos y entidades.
- Agenda.

Cada ventana principal da acceso a ventanas subordinadas, que muestran la información complementaria del concepto elegido en la ventana principal, como su texto, sus mediciones o sus archivos asociados.

La disposición de las ventanas en el área de trabajo es completamente flexible. Las ventanas principales pueden organizarse en uno o más marcos y las subordinadas, aparecer en cualquier disposición horizontal, vertical o flotante.

Las combinaciones de ventanas más utilizadas se pueden guardar y recuperar como *estilos* de usuario.

© Ediciones Paraninfo

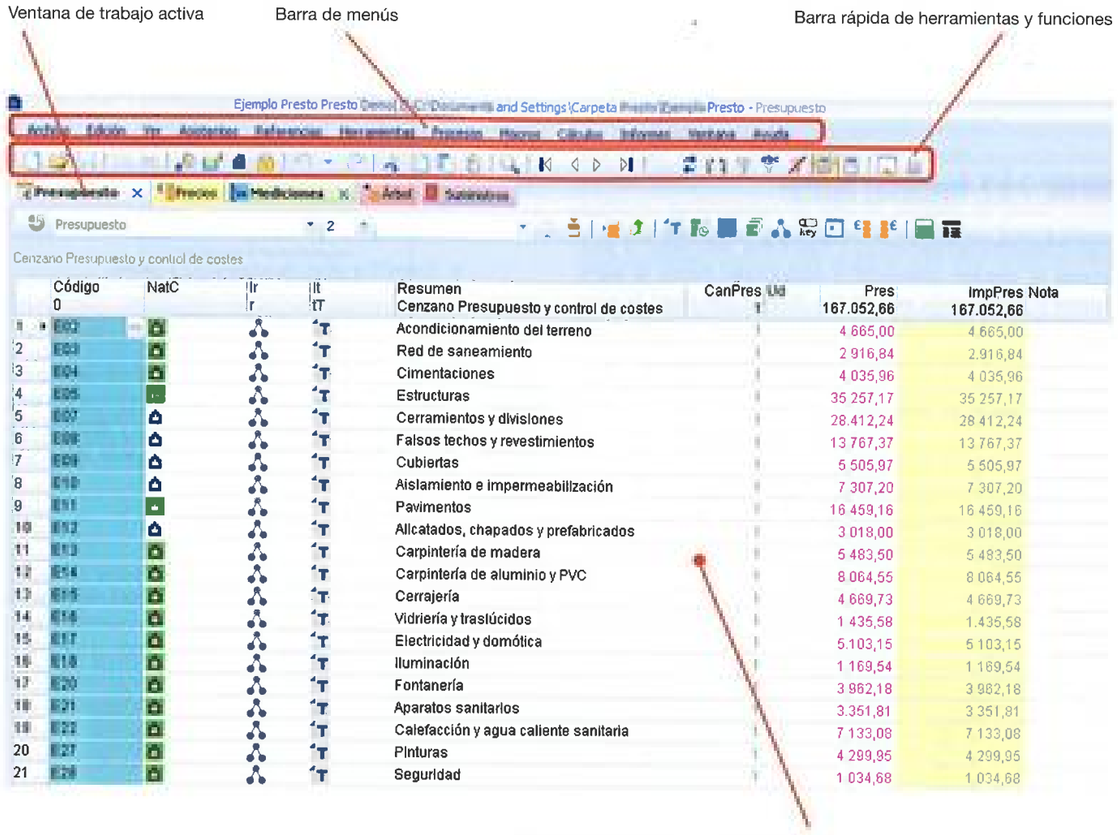

Ventana de trabajo activa
Barra de menús
Barra rápida de herramientas y funciones
Ejemplo Presto Presto - Presupuesto
Presupuesto
Cenzano Presupuesto y control de costes
Código
NatC
Resumen
CanPres
Ud
Pres
ImpPres
Nota
Cenzano Presupuesto y control de costes
167.052,66
167.052,66
1 Acondicionamiento del terreno 4 665,00 4 665,00
2 Red de saneamiento 2 916,84 2.916,84
3 Cimentaciones 4 035,96 4 035,96
4 Estructuras 35 257,17 35 257,17
5 Cerramientos y divisiones 28 412,24 28 412,24
6 Falsos techos y revestimientos 13 767,37 13 767,37
7 Cubiertas 5 505,97 5 505,97
8 Aislamiento e impermeabilización 7 307,20 7 307,20
9 Pavimentos 16 459,16 16 459,16
10 Alicatados, chapados y prefabricados 3 018,00 3 018,00
11 Carpintería de madera 5 483,50 5 483,50
12 Carpintería de aluminio y PVC 8 064,55 8 064,55
13 Cerrajería 4 669,73 4 669,73
14 Vidriería y traslúcidos 1 435,58 1.435,58
15 Electricidad y domótica 5 103,15 5 103,15
16 Iluminación 1 169,54 1 169,54
17 Fontanería 3 982,18 3 982,18
18 Aparatos sanitarios 3 351,81 3 351,81
19 Calefacción y agua caliente sanitaria 7 133,08 7 133,08
20 Pinturas 4 299,95 4 299,95
21 Seguridad 1 034,68 1 034,68
Presupuesto generado con el número de unidades de obra de cada capítulo

Figura 7.21. *Interfaz Presto® 2013, con presupuesto y texto*

La mayoría de los datos se visualizan en tablas, organizadas en filas y columnas. Las tablas se gestionan con todos los recursos habituales de Windows: ocultar o mostrar las columnas visibles, proteger una columna contra cambios, inmovilizar columnas por la izquierda, ajustar el ancho de una o de todas, ordenar la tabla por una de las columnas, etcétera.

La cabecera de cada columna muestra el nombre del campo, tal y como debe usarse en expresiones o informes, y en la pista aparece una descripción más amplia del contenido.

El estado de los conceptos se indica mediante colores, cuyo significado es similar en todos los tipos de información:

Tabla 7.1. Código de colores utilizado en Presto®

Estado	Significado
Negro	Datos introducidos por el usuario
Magenta	Resultados calculados a partir de otros datos
Verde	Valores modificados por el usuario y aprobados
Rojo	Datos pendientes de aprobación, bloqueados o fijos
Gris	Valores anulados

El fondo amarillo indica columnas no editables y un tono más claro, columnas protegidas, que pueden editarse opcionalmente. El uso de iconos y colores de fondo permi-

te distinguir visualmente los distintos tipos de conceptos y sus naturalezas. Otros iconos señalan gráficamente los tipos de información que hay asociados a cada concepto y a sus inferiores.

7.3.2. Funciones básicas

Las diferentes herramientas y funciones asociadas al programa se pueden introducir y seleccionar desde la barra rápida o desde cada uno de los menús. De entre la gran cantidad de posibilidades de trabajo que ofrece Presto®, destacan las siguientes:

Propiedades de la obra

Información básica para navegar por el presupuesto, con los tipos de datos asociados a cada concepto y su resumen.

Presupuesto

Cantidad, precio unitario e importe de proyecto de cada elemento. La ventana de presupuesto, especialmente preparada para la introducción de datos, presenta un elemento del presupuesto cada vez, con los conceptos inferiores que lo componen.

Árbol

La ventana de árbol, orientada a la visualización, muestra la estructura completa del presupuesto.

Mediciones

Datos útiles durante la realización de las mediciones, como el importe de las variables que se pueden usar para la transferencia de medición entre partidas y las cabeceras personalizadas.

Precios

Cuadros de precios y cantidades de cada concepto.

Datos generales

Muestra las características generales de cada obra, que incluyen: datos de identificación, fechas principales, porcentajes generales y redondeos que afectan a los cálculos, divisas utilizadas, con sus paridades, superficie construida, plazo y otros datos técnicos.

Sistemas de gestión

Sistemas integrados de asistentes que ayudan a realizar y generar los documentos del proyecto, como son:

- Plan de control de calidad.
- Estudio de gestión de residuos.
- Evaluación de aspectos ambientales.
- Estudio y plan de seguridad y salud.

Agenda y lista de fechas de la obra

La información del presupuesto se encuentra organizada por fechas, que se pueden ver en una agenda desplegable por años, meses y días o a través de una lista de fechas, que se puede filtrar por días, meses, fases o años.

Calcular todo

Esta herramienta permite realizar el cálculo de mediciones, precios, tiempos, documentos y costes reales. Para realizar el cálculo de estos parámetros de manera individual, deben seleccionarse específicamente a través del menú *Cálculos*.

Archivos asociados

Se pueden asociar archivos a cada concepto, documento o fecha de la obra, como textos, imágenes, .pdf, hojas Excel o vídeos.

Presto® también soporta los formatos gráficos más habituales:

- Dibujos .dwg.
- Imágenes .bmp, .eps, .jpg, .png, .pcx, .fig y .tiff.

CAD

Generación de presupuestos y mediciones a partir de archivos con formato CAD.

7.3.3. Creación de presupuestos a partir de archivos CAD

Una de las funciones más relevantes que ofrece Presto® es la generación de **mediciones a partir de planos** digitales insertados en el programa en formato CAD, como son los archivos con extensión DWG.

© Ediciones Paraninfo

Figura 7.22. *Se puede acceder a la medición con programas de CAD desde el menú Herramientas*

Para incorporar la información que proviene de estos modelos digitales, las líneas de medición de Presto® disponen de campos específicos, como el archivo, la capa, la zona, el piso, el elemento y el color.

Las líneas de medición generadas en todos estos procesos pasan a una ventana intermedia, donde se puede comprobar, completar y modificar el resultado antes de insertarlas en las unidades de obra de destino. Se puede filtrar el plano por capas y por tipos de entidades, para trabajar eficientemente incluso con archivos que incorporan mucha información (figura 7.23).

Existen dos opciones de medición de archivos CAD:

- **Medición automática:** el programa puede generar las líneas de medición correspondientes a entidades presentes en el plano, como líneas, polilíneas y bloques. Las entidades se pueden ordenar y filtrar por sus distintas propiedades para facilitar su asignación a unidades de obra. Estas asociaciones quedan guardadas de forma que, en las sucesivas mediciones del mismo o de otro proyecto, no resulta necesario asignarlas de nuevo. Cada elemento medido queda marcado para evitar repeticiones.

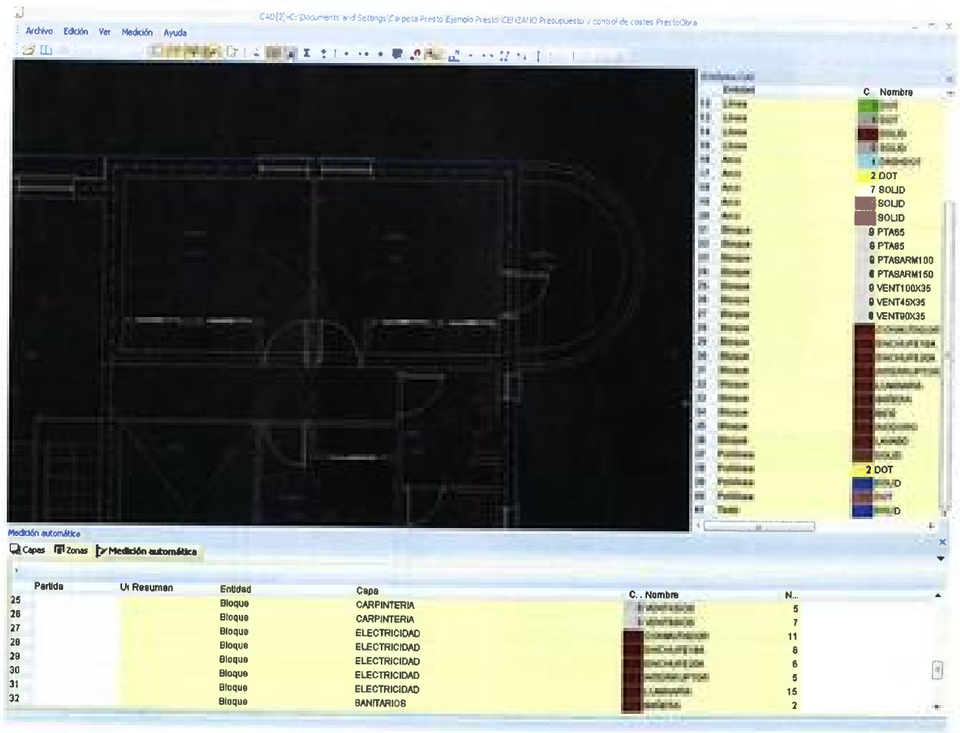


Figura 7.23. *Ventana de medición DWG*

- **Medición manual:** este procedimiento permite medir elementos que no están presentes directamente en el dibujo pero que pueden marcarse sobre el mismo mediante líneas y polilíneas, como los acabados y los revestimientos.

Presto® ofrece numerosas referencias y ayudas para crear presupuestos y otros documentos del proyecto. Algunas de estas ayudas se suministran con el programa para que el usuario pueda empezar a trabajar nada más instalar el programa. Otras son accesibles a través de Internet o se entregan en soportes tradicionales. El menú *Referencias* contiene enlaces a catálogos y otros recursos accesibles a través de la web con información útil para insertar en los presupuestos.

7.3.4. Generación e impresión de informes

Una amplia colección de informes predefinidos permite imprimir todos los documentos necesarios, tanto para la presentación a terceros como para la gestión interna, incluyendo los formatos requeridos por las Administraciones estatales, autonómicas y locales.

Los informes disponibles se agrupan en directorios, según las fases del proyecto y la ejecución, y se seleccionan como una opción más del programa. Esta estructura puede personalizarse, organizando los directorios de otra manera.

Los informes generados se pueden exportar en los siguientes formatos:

- ***Pdf.*** Sin necesidad de instalar programas adicionales.
- ***Rtf.*** Cada sección lleva asignado un estilo para personalizar el formato de presentación con facilidad.

Actividad propuesta

7.3. Realiza un presupuesto completo, utilizando el programa informático Presto® 2013, con los datos que se aportan a continuación y determinando la composición más adecuada para la instalación.

- Instalación en una vivienda de 75 m² con grado de electrificación básico en la que se instala un cuadro tipo con cinco circuitos y un interruptor diferencial.

Estima los datos que sean necesarios para completar correctamente el presupuesto.

- **ASCII.** Incluye separadores, líneas y columnas definibles, a fin de generar todo tipo de archivos de exportación.

Cualquier informe se puede imprimir en varias columnas, lo que permite usar tamaños superiores a DIN A4 a partir del mismo diseño. También resulta posible exportar los datos generados a programas ofimáticos, como editores de texto y hojas de cálculo.

7.4. *Software* para el cálculo de alumbrado

Existen infinidad de programas para realizar cálculos relacionados con la iluminación, tanto para el alumbrado ordinario como para el de emergencia, sin olvidar la eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

Prácticamente todos los fabricantes de lámparas y luminarias ofrecen *software* propietario gratuito en el que incluyen de antemano las bases de datos necesarias para la ejecución de cálculos lumínicos en diferentes instalaciones,

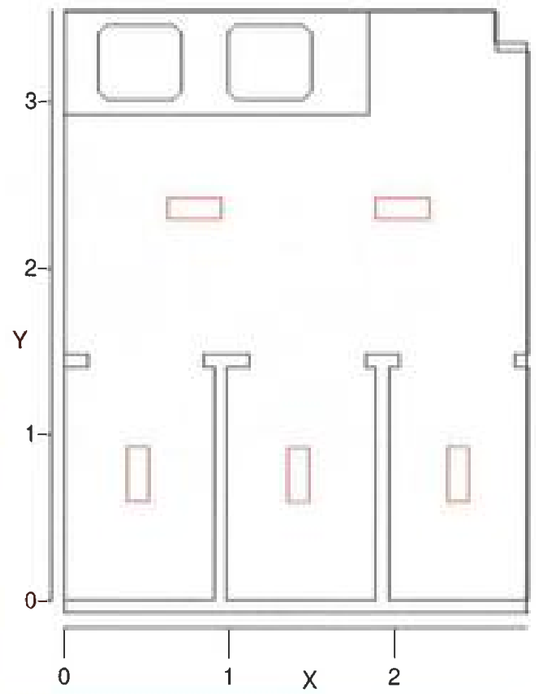


Figura 7.24. *Ejemplo de distribución de luminarias en un local*

independientemente de sus dimensiones, de sus superficies o del número de puntos de luz instalados.

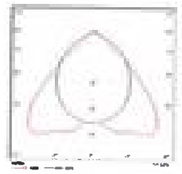
En estos programas informáticos quedan perfectamente definidas las características técnicas y fotométricas de las luminarias. El usuario únicamente debe introducir parámetros como la forma geométrica de las estancias, la disposición espacial de las luminarias, los colores de paredes, suelos y techos y la distribución del mobiliario cuando se considere que este puede interferir en los valores lumínicos.

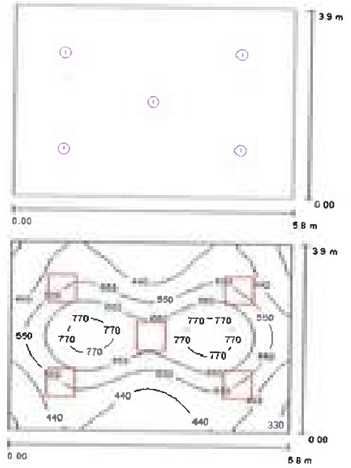
Todos los programas de este tipo, al realizar la simulación luminosa, ofrecen parámetros característicos tan necesarios como:

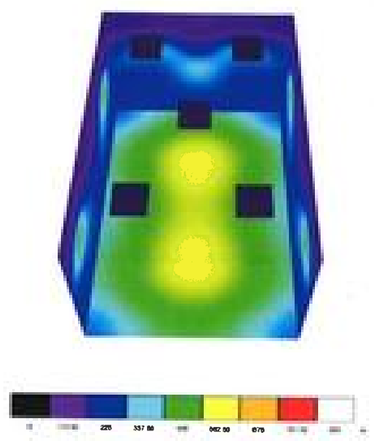
- Cálculo de las curvas isolux o zonas de iluminancia constante (lux).
- Rendimiento (η) y flujo luminoso de las luminarias (lm).
- Iluminancia máxima ($E_{MÁX}$).
- Iluminancia mínima ($E_{MÍN}$).
- Uniformidad media (relación entre $E_{MÁX}$ y $E_{MÍN}$).

Los programas específicos para el cálculo del alumbrado de emergencia ofrecen, además, el plano de los recorridos y vías de evacuación más apropiadas en cada caso. Los programas cuya finalidad sea el cálculo de la eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, por su parte, proporcionan los resultados de todas las medidas requeridas para los proyectos y Memorias Técnicas de Diseño de este tipo de instalaciones, asignando la calificación energética a la que más se ajusta la instalación.

Disano 864 Comfortlight T8 - óptica especular
Flujo luminoso (Luminaria): 3682 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 5400 lm
Potencia de las luminarias: 71.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Lámpara: 4 x FL18/4/3B (Corrección 1.00).







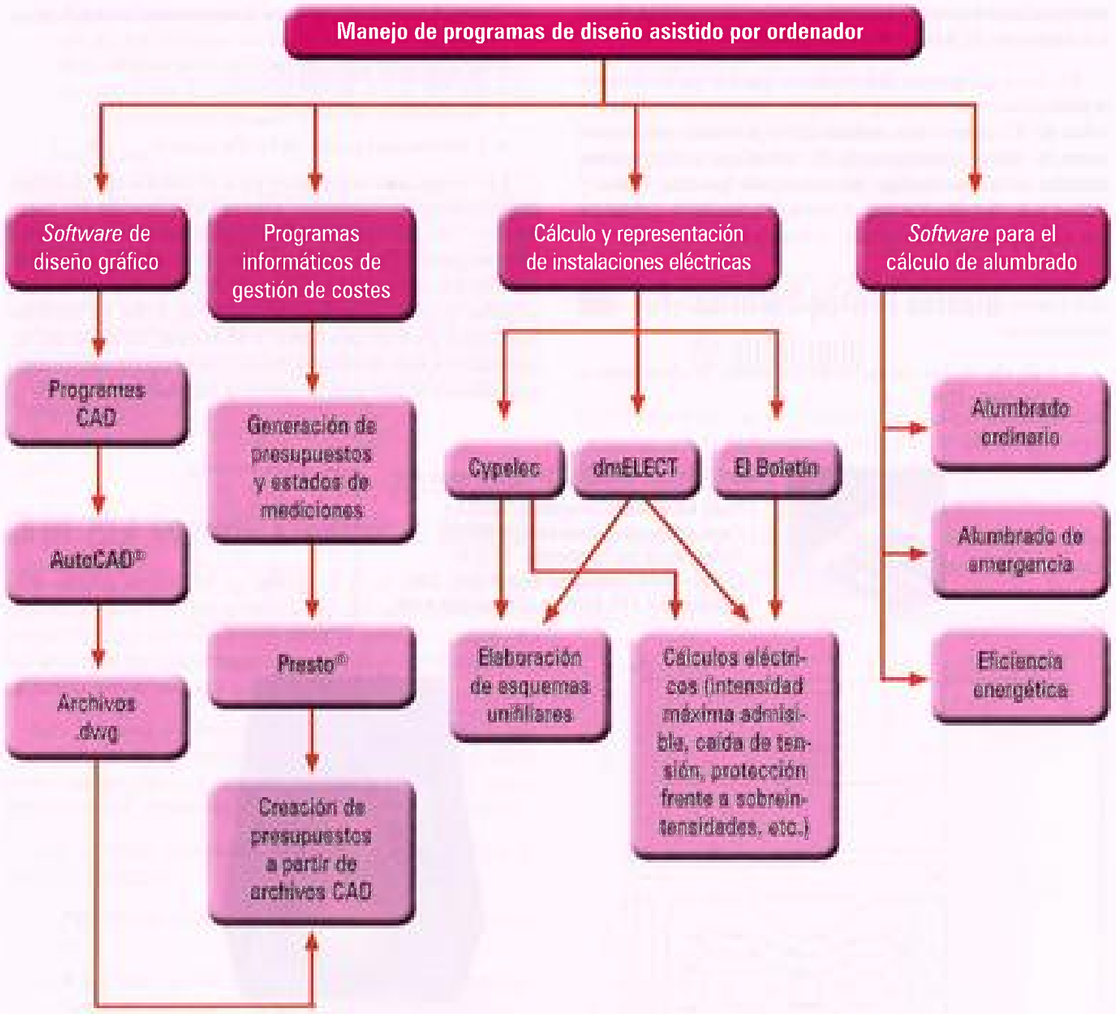
Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.090 m
Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	531	309	827	0.582
Suelo	20	444	278	567	0.627
Techo	70	87	71	102	0.810
Paredes (4)	50	208	65	405	/

Figura 7.25. *Ejemplo de un estudio luminoso completo*

© Ediciones Paraninfo


Manejo de programas de diseño asistido por ordenador
Software de diseño gráfico
Programas informáticos de gestión de costes
Cálculo y representación de instalaciones eléctricas
Software para el cálculo de alumbrado
Programas CAD
AutoCAD®
Archivos .dwg
Generación de presupuestos y estados de mediciones
Presto®
Creación de presupuestos a partir de archivos CAD
Cypelec
dmELECT
El Boletín
Elaboración de esquemas unifilares
Cálculos eléctricos (intensidad máxima admisible, caída de tensión, protección frente a sobreintensidades, etc.)
Alumbrado ordinario
Alumbrado de emergencia
Eficiencia energética

Actividades de comprobación

7.1. Las plantillas en Cypelec permiten:

- **a)** Cambiar las características técnicas de los componentes de un circuito
- **b)** Generar esquemas de instalaciones predefinidas por el programa
- **c)** Simular el dimensionado de una instalación

7.2. La extensión de salida por defecto de los archivos generados con AutoCAD® se denomina:

- **a)** .dwg
- **b)** .cad
- **c)** .xls

7.3. Cada una de las superficies sobre las que se dibuja en AutoCAD® se denomina:

- **a)** Capa
- **b)** Biblioteca
- **c)** Plantilla

7.4. En el programa informático de gestión de costes Presto®, un estado de color gris significa:

- **a)** Datos introducidos por el usuario
- **b)** Resultados calculados a partir de otros datos
- **c)** Valores anulados

7.5. Las curvas isolux representan:

- **a)** Zonas de una determinada instalación que poseen la misma luminancia
- **b)** Zonas de una determinada instalación que poseen la misma iluminancia
- **c)** Zonas de una determinada instalación que poseen el mismo rendimiento luminoso

7.6. ¿Cuál de las siguientes funciones no está asociada al *software* de gestión de costes Presto®?

- **a)** Sistemas de gestión
- **b)** Árbol
- **c)** Descomponer

7.7. Trabajando en el entorno de AutoCAD®, ¿qué comando debemos utilizar para aumentar o disminuir objetos de manera proporcional?

- **a)** Igualar
- **b)** Escalar
- **c)** Equidistancia

7.8. Las características técnicas de los interruptores magnetotérmicos en Cypelec:

- **a)** Son definidas por el programa y no se pueden modificar
- **b)** Son definidas por el usuario y se pueden modificar
- **c)** Son definidas por el programa y se pueden modificar por el usuario

7.9. El programa informático específico para el cálculo y representación de instalaciones eléctricas en edificios de viviendas es:

- **a)** VIVI
- **b)** dmELECT
- **c)** CIEBT

7.10. En un programa de diseño gráfico asistido por ordenador, los elementos de uso más frecuente en ordenados por categorías se almacenan:

- **a)** En almacenes virtuales
- **b)** En bibliotecas
- **c)** En plantillas tipo

7.11. ¿Mediante qué color característico se representan en Presto® los valores modificados por el usuario y aprobados?

- **a)** Negro
- **b)** Verde
- **c)** Magenta

Actividades de aplicación

7.1. Realiza un croquis a mano alzada de tu aula de estudio, indicando los puntos de ubicación de las bases de toma de corriente, las luminarias y cualquier otro componente de la instalación eléctrica. Pasa este croquis a mano alzada a formato digital mediante un *software* de diseño gráfico asistido por ordenador en formato .cad. Guarda el archivo en formato .dwg e imprímelo en un documento .pdf configurado para un tamaño adecuado.

7.2. Utiliza un *software* de gestión de costes para realizar el presupuesto de la instalación eléctrica de tu aula de estudio de manera manual. Posteriormente realiza el mismo presupuesto a partir del plano en formato .cad que has creado en el ejercicio anterior.

7.3. Mediante el uso de un programa informático de cálculo y representación de instalaciones eléctricas, realiza el esquema unifilar de tu vivienda particular, indicando las características de los dispositivos de corte y protección del cuadro general, las secciones de los conductores y la potencia y denominación de cada uno de los circuitos interiores.

7.4. Utilizando el *software* para el cálculo y representación de instalaciones eléctricas que prefieras, realiza el esquema unifilar y determina las características técnicas de cada uno de los circuitos (sección de los conductores, caída de tensión, protecciones asociadas, etc.) que componen la instalación eléctrica de un local comercial con las siguientes características:

Acometida	Longitud: 10 metros Conductor: XLPE, 0,6/1 kV, unipolar de aluminio Canalización: enterrada bajo tubo Tensión: 400/230 V
LGA	Longitud: 1,5 metros Conductor: XLPE, 0,6/1 kV, unipolar de aluminio Canalización: bajo tubo en montaje superficial Tensión: 400/230 V
Derivación individual	Longitud: 25 metros Conductor: XLPE, 0,6/1 kV, unipolar de cobre Canalización: bajo tubo en canaleta Tensión: 400/230 V
Circuito interior 1	Uso: tomas de corriente zona público Potencia: 3,45 kW Longitud: 15 metros Conductor: PVC, 450/750 V, unipolar de cobre Canalización: bajo tubo empotrado en obra Tensión: 230 V
Circuito interior 2	Uso: tomas de corriente zona almacén Potencia: 3,45 kW Longitud: 27 metros Conductor: PVC, 450/750 V, unipolar de cobre Canalización: bajo tubo empotrado en obra Tensión: 230 V
Circuito interior 3	Uso: alumbrado ordinario Potencia: 1,20 kW Longitud: 22 metros Conductor: PVC, 450/750 V, unipolar de cobre Canalización: bajo tubo empotrado en obra Tensión: 230 V
Circuito interior 4	Uso: alumbrado de emergencia Potencia: 70 W Longitud: 18 metros Conductor: PVC, 450/750 V, unipolar de cobre Canalización: bajo tubo empotrado en obra Tensión: 230 V
Circuito interior 5	Uso: equipo de climatización Potencia: 12,50 kW Longitud: 9 metros Conductor: XLPE, 0,6/1 kV, unipolar de cobre Canalización: bajo tubo empotrado en obra Tensión: 400 V

Consideraciones previas:

- Todos los circuitos interiores monofásicos comparten un mismo interruptor diferencial, de 30 mA.
- El circuito interior trifásico dispone de su propio diferencial, de 300 mA.
- La protección frente a sobreintensidades debe quedar garantizada.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Factor de potencia de los receptores: 1.

© Ediciones Paraninfo

Anexos Técnicos

A continuación se presentan los contenidos que definen y clasifican a los instaladores eléctricos y empresas autorizadas en baja y alta tensión, indispensables para el proceso de documentación, montaje, legalización y puesta en servicio de las instalaciones descritas a lo largo del libro.

Contenidos

- Anexo I. Instaladores autorizados y empresas autorizadas en baja tensión
- Anexo II. Instaladores y empresas instaladoras de líneas de alta tensión

ANEXO I. Instaladores autorizados y empresas autorizadas en baja tensión

Extracto del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión modificado según Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (Ley Ómnibus)

Empresa instaladora en baja tensión *es la persona física o jurídica que realiza, mantiene o repara las instalaciones eléctricas en el ámbito del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus instrucciones técnicas complementarias, habiendo presentado la correspondiente declaración responsable de inicio de actividad según lo prescrito en esta Instrucción Técnica Complementaria.*

Instalador en baja tensión *es la persona física que tiene conocimientos para desempeñar alguna de las actividades correspondientes a las categorías indicadas en el apartado 3 de la ITC-BT-03, cumpliendo lo establecido en el apartado 4 de dicha Instrucción Técnica Complementaria del REBT.*

Clasificación de los instaladores autorizados en baja tensión

Los Instaladores autorizados en Baja Tensión se clasifican en las siguientes categorías:

Categoría básica (IBTB)

Los instaladores de esta categoría podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones eléctricas para baja tensión en edificios, industrias, infraestructuras y, en general, todas las comprendidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que no se reserven a la categoría especialista (IBTE).

Categoría especialista (IBTE)

Los instaladores y empresas instaladoras de la categoría especialista podrán realizar, mantener y reparar las instalaciones de la categoría básica y, además, las correspondientes a:

- Sistemas de automatización;
- gestión técnica de la energía;
- seguridad de edificios (sistemas de alarma y detección de incendios);
- sistemas de control distribuido;
- sistemas de supervisión, control y adquisición de datos;
- control de procesos;
- líneas aéreas o subterráneas para distribución de energía;
- locales con riesgo de incendio o explosión;
- quirófanos y salas de intervención;
- lámparas de descarga en alta tensión, rótulos luminosos y similares;
- instalaciones generadoras de baja tensión;

que estén contenidas en el ámbito del presente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.

Instalador en baja tensión

El instalador en baja tensión deberá desarrollar su actividad en el seno de una empresa instaladora de baja tensión habilitada y deberá cumplir y poder acreditar ante la Administración competente cuando esta así lo requiera, en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, una de las siguientes situaciones:

a) Disponer de un título universitario cuyo plan de estudios cubra las materias objeto del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el 842/2002, de 2 de agosto, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

b) Disponer de un título de formación profesional o de un certificado de profesionalidad incluido en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, cuyo ámbito competencial coincida con las materias objeto del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el 842/2002, de 2 de agosto, y de sus ITC.

c) Tener reconocida una competencia profesional adquirida por experiencia laboral, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las materias objeto del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el 842/2002, de 2 de agosto, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Empresas instaladoras de baja tensión

Antes de comenzar sus actividades como empresas instaladoras en baja tensión, las personas físicas o jurídicas que deseen establecerse en España deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que se establezcan una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare para qué categoría y, en su caso, modalidad, va a desempeñar la actividad, que cumple los requisitos que se exigen por esta Instrucción Técnica Complementaria, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establecen en el Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y sus respectivas instrucciones técnicas complementarias.

Las empresas instaladoras cumplirán lo siguiente:

a) Disponer de la documentación que identifique a la empresa instaladora, que en el caso de persona jurídica deberá estar constituida legalmente.

b) Contar con los medios técnicos y humanos mínimos necesarios para realizar sus actividades en condiciones de seguridad, que se determinan en el Apéndice de esta Instrucción Técnica Complementaria, para las respectivas categorías.

c) Haber suscrito un seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio por una cuantía mínima de 600.000 euros para la categoría básica y de 900.000 euros para la categoría especialista. Estas cuantías mínimas se actualizarán por orden del ministro de Industria, Turismo y Comercio, siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

La empresa instaladora habilitada no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de instalación no realizadas por ella misma.

Obligaciones de los instaladores autorizados en baja tensión

Los Instaladores Autorizados en Baja Tensión deben, en sus respectivas categorías:

a) Ejecutar, modificar, ampliar, mantener o reparar las instalaciones que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente y con la documentación de diseño de la instalación, utilizando, en su caso, materiales y equipos que sean conformes a la legislación que les sea aplicable.

b) Efectuar las pruebas y ensayos reglamentarios que les sean atribuidos.

c) Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.

d) Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.

e) Coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y con los usuarios las operaciones que impliquen interrupción del suministro.

f) Notificar a la Administración competente los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad. En caso de peligro manifiesto, darán cuenta inmediata de ello a los usuarios y, en su caso, a la empresa suministradora, y pondrá la circunstancia en conocimiento del Órgano competente de la comunidad autónoma en el plazo máximo de 24 horas.

g) Asistir a las inspecciones establecidas por el Reglamento, o las realizadas de oficio por la Administración, si fuera requerido por el procedimiento.

h) Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.

i) Informar a la Administración competente sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.

j) Conservar a disposición de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento al menos durante los cinco años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

Medios mínimos, técnicos y humanos, requeridos para los instaladores autorizados en baja tensión

Medios humanos

Personal contratado que realice la actividad en condiciones de seguridad, con un mínimo de un instalador para las instalaciones de cada una de las respectivas categorías, o una misma persona si esta reúne los respectivos requisitos.

Medios técnicos (categoría básica)

Los instaladores de categoría básica deberán contar, en propiedad, con los siguientes equipos:

© Ediciones Paraninfo

- Telurómetro.
- Medidor de aislamiento.
- Multímetro, para las siguientes magnitudes:
  - Tensión alterna y continua hasta 500 V.
  - Intensidad alterna y continua hasta 20 A.
  - Resistencia.
- Medidor de corrientes de fuga, con resolución mejor o igual que 1 mA.
- Detector de tensión.
- Analizador-registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica, con capacidad de medida de las siguientes magnitudes: potencia activa; tensión alterna; intensidad alterna; factor de potencia.
- Equipo verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales, capaz de verificar la característica intensidad-tiempo.
- Equipo verificador de la continuidad de conductores.
- Medidor de resistencias de bucle, con fuente propia de energía, con sistema de medición independiente del valor de la resistencia de los cables de prueba y con una resolución mejor o igual que 0,1 Ω.
- Luxómetro con rango de medida adecuado para el alumbrado de emergencia.
- Herramientas comunes y equipo auxiliar.

Medios técnicos (categoría especialista)

Además de los medios anteriores, deberán contar con los siguientes, según proceda:

- Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red.
- Electrodos para la medida del aislamiento de los suelos.
- Aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos.

Herramientas, equipos y medios de protección individual

Estarán de acuerdo con la normativa vigente y las necesidades de la instalación.

ANEXO II. Instaladores y empresas instaladoras de líneas de alta tensión

Extracto del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión modificado según Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (Ley Ómnibus)

Instalador de líneas de alta tensión es la persona física que posee conocimientos teórico-prácticos de la tecnología de las líneas de alta tensión y de su normativa, en particular los conocimientos mínimos establecidos en la ITC-LAT-03 del RLAT, para el montaje, reparación, mantenimiento, revisión y desmontaje de las líneas de alta tensión correspondientes a su categoría, y que cumple los requisitos establecidos en el apartado 4 de dicha ITC.

Empresa instaladora en líneas de alta tensión es toda persona física o jurídica que, ejerciendo las actividades de montaje, reparación, mantenimiento, revisión y desmontaje de líneas de alta tensión, cumple los requisitos de esta instrucción técnica complementaria.

Clasificación de los instaladores autorizados y de las empresas instaladoras autorizadas para líneas de alta tensión

Los instaladores y las empresas instaladoras se clasifican en las siguientes categorías:

LAT1: para líneas aéreas o subterráneas de alta tensión de hasta 30 kV.

LAT2: para líneas aéreas o subterráneas de alta tensión sin límite de tensión.

Instalador de líneas de alta tensión

El instalador de líneas de alta tensión deberá desarrollar su actividad en el seno de una empresa instaladora de líneas de alta tensión habilitada y deberá cumplir y poder acreditar ante la Administración competente cuando esta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control, y para la categoría que corresponda de las establecidas anteriormente, una de las siguientes situaciones:

a) Disponer de un título universitario cuyo plan de estudios cubra las materias objeto del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

b) Disponer de un título de formación profesional o de un certificado de profesionalidad incluido en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, cuyo ámbito competencial coincida con las materias objeto del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

c) Tener reconocida una competencia profesional adquirida por experiencia laboral, de acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1224/2009, de 17 de julio, de reconocimiento de las competencias profesionales adquiridas por experiencia laboral, en las materias objeto del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Empresa instaladora de líneas de alta tensión

Antes de comenzar sus actividades como empresas instaladoras de líneas de alta tensión, las personas físicas o jurídicas que deseen establecerse en España deberán presentar ante el órgano competente de la comunidad autónoma en la que se establezcan una declaración responsable en la que el titular de la empresa o el representante legal de la misma declare para qué categoría va a desempeñar la actividad, que cumple los requisitos que se exigen por esta ITC, que dispone de la documentación que así lo acredita, que se compromete a mantenerlos durante la vigencia de la actividad y que se responsabiliza de que la ejecución de las instalaciones se efectúa de acuerdo con las normas y requisitos que se establecen en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus respectivas instrucciones técnicas complementarias.

Las empresas instaladoras cumplirán lo siguiente:

a) Disponer de la documentación que identifique a la empresa instaladora, que en el caso de persona jurídica deberá estar constituida legalmente.

b) Contar con los medios técnicos y humanos mínimos necesarios para realizar sus actividades en condiciones de seguridad que se determinan en el anexo I de la presente instrucción técnica complementaria, para las respectivas categorías, de acuerdo con la normativa vigente y con las necesidades de las actividades a realizar.

c) Tener suscrito seguro de responsabilidad civil profesional u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio por una cuantía mínima de un millón de euros. Esta cuantía mínima se actualizará por orden del ministro de Industria, Turismo y Comercio, siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.

La empresa instaladora habilitada no podrá facilitar, ceder o enajenar certificados de instalación no realizadas por ella misma.

Obligaciones de las empresas instaladoras autorizadas

Las empresas instaladoras deben, en sus respectivas categorías:

a) Ejecutar, modificar, ampliar, mantener, reparar o desmontar las líneas que les sean adjudicadas o confiadas, de conformidad con la normativa vigente y con el proyecto de ejecución de la línea, utilizando, en su caso, materiales y equipos que sean conformes a la legislación que les sea aplicable.

b) Comprobar que cada línea ejecutada supera las pruebas y ensayos reglamentarios aplicables.

c) Realizar las operaciones de revisión y mantenimiento que tengan encomendadas, en la forma y plazos previstos.

d) Emitir los certificados de instalación o mantenimiento, en su caso.

e) Notificar al órgano competente de la Administración los posibles incumplimientos reglamentarios de materiales o instalaciones, que observasen en el desempeño de su actividad. En caso de peligro manifiesto, darán cuenta inmediata de ello al propietario de la línea, a la empresa suministradora, y pondrá la circunstancia en conocimiento del órgano competente de la comunidad autónoma en el plazo máximo de 24 horas.

f) Asistir a las inspecciones realizadas por el organismo de control o a las realizadas de oficio por el órgano competente de la Administración, cuando este así lo requiera.

© Ediciones Paraninfo

g) Mantener al día un registro de las instalaciones ejecutadas o mantenidas.

h) Informar al órgano competente de la Administración sobre los accidentes ocurridos en las instalaciones a su cargo.

i) Conservar, a disposición del órgano competente de la Administración, copia de los contratos de mantenimiento, al menos durante los cinco años inmediatos posteriores a la finalización de los mismos.

Medios mínimos, técnicos y humanos, requeridos a las empresas instaladoras autorizadas para líneas de alta tensión

Medios humanos

Personal contratado que realice la actividad en condiciones de seguridad, con un mínimo de un instalador de líneas de alta tensión de categoría igual a cada una de las categorías de la empresa instaladora. En el caso de que una misma persona ostente dichas categorías, bastará para cubrir este requisito.

Medios técnicos

Las empresas instaladoras deberán disponer, en propiedad, los siguientes equipos mínimos:

Equipo general:

- Telurómetro.
- Medidor de aislamiento de, al menos, 10 kV.
- Pértiga detectora de la tensión correspondiente a la categoría solicitada.
- Multímetro o tenaza, para las siguientes magnitudes:
  - Tensión alterna y continua hasta 500 V.
  - Intensidad alterna y continua hasta 20 A.
  - Resistencia.
- Ohmímetro con fuente de intensidad de continua de 50 A.
- Medidor de tensiones de paso y contacto con fuente de intensidad de 50 A, como mínimo.
- Cámara termográfica.
- Equipo verificador de la continuidad de conductores.

Equipos específicos para trabajos en líneas aéreas:

- Dispositivos mecánicos para tendido de líneas aéreas (dinamómetro, trócola, etc.).
- Dispositivos topográficos para el trazado de la línea y medida de la flecha (por ejemplo, taquímetro, técnicas GPS, etc.).
- Tren de tendido para líneas aéreas (solo para empresas de categoría de tensión nominal superior a 66 kV).

Equipos específicos para trabajos en líneas subterráneas:

- Dispositivos apropiados para la instalación de accesorios en cables aislados.
- Localizador de faltas y averías.

Además, para ciertas verificaciones, podrían ser necesarios otros equipos de ensayo y medida, en cuyo caso podrán ser subcontratados. En cualquier caso, los equipos se mantendrán en correcto estado de funcionamiento y calibración.

Herramientas, equipos y medios de protección individual

Estarán de acuerdo con la normativa vigente y las necesidades de la instalación.

Conocimientos mínimos necesarios para instaladores de líneas de alta tensión

Conocimientos teóricos

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Nociones de trazado, interpretación de planos y esquemas.
  - Plano de alzado y planta de la línea.
  - Esquemas unifilares.
  - Planos de detalles de aisladores, herrajes, crucetas, apoyos, cimentaciones, terminaciones y empalmes.
  - Distancias de seguridad. 1.2.5 Trazado del perfil longitudinal: curvas de flechas máximas.
  - Distribución de apoyos: curva de flechas máximas. Apoyos con tiro ascendente: curva de flechas mínimas.
  - Cruzamientos y paralelismos.
- Legislación vigente (estatal y autonómica) sobre impacto ambiental de líneas de alta tensión. Exigencias para los elementos constitutivos de las líneas de alta tensión.
- Conductores a emplear en líneas aéreas de alta tensión.
  - Conductores desnudos: naturaleza, características, empalmes y conexiones. Designación.
  - Tipos de conductores desnudos. Conductor de aluminio-acero: características. Designación.
  - Conductores recubiertos: características y empalmes. Designación.
  - Conductores en haz. Normas UNE-EN de obligado cumplimiento. Empalmes y terminaciones. Designación.
  - Conocimientos básicos de cálculos eléctricos y mecánicos de conductores. Acciones a considerar, hipótesis reglamentarias, parámetros eléctricos. Interpretación de tablas de cálculo mecánico y de tendido.
- Conductores a emplear en líneas subterráneas de alta tensión.
  - Constitución.
  - Parámetros característicos.
  - Designación.
  - Tipos.
  - Empalmes y terminaciones.
  - Instalación y tendido. Técnicas de puestas a tierra.
  - Conocimientos básicos de cálculo eléctrico.
- Aisladores y herrajes.
  - Herrajes: descargadores, sujeción de los aisladores al apoyo, sujeción de los conductores a los aisladores.
  - Aisladores: constitución, tipo de aisladores, valores característicos, ensayos, cálculo mecánico, cálculo eléctrico (acción de la contaminación ambiental, nivel de aislamiento, línea de fuga). Desviación de cadena de aisladores (contrapesos).
- Apoyos y cimentaciones.
  - Clasificación de los apoyos según su función.
  - Tipos de apoyos.
  - Tipo de crucetas.
  - Conocimientos básicos de cálculo mecánico de apoyos: acciones a considerar, hipótesis reglamentarias.
  - Conocimientos básicos de cálculo de cimentaciones: naturaleza del terreno, características de materiales, hipótesis de cálculo (cimentaciones monobloque, cimentaciones de macizos independientes, cimentaciones mixtas y cimentaciones en roca).
  - Puestas a tierra de apoyos.
- Aparamenta de seccionamiento, corte y protección.
  - Tipos: seccionadores, autoseccionadores, interruptores, interruptores automáticos, fusibles limitadores y fusibles de expulsión.
  - Características principales y formas de instalación.
- Protección contra las sobretensiones.
  - Apantallamiento de las líneas.
  - Pararrayos y autoválvulas.
- Seguridad en las instalaciones de alta tensión.
  - Normativa y reglamentación vigente para prevención del riesgo eléctrico en trabajos realizados en instalaciones eléctricas.
  - Factores y situaciones de riesgo.
  - Aplicación de medios, equipos y técnicas de seguridad.
  - Técnicas de primeros auxilios.

Conocimientos prácticos

- Instalación y tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
  - Montaje de apoyos de líneas comprobando el replanteo de apoyos, ensamblado de los mismos y realizando correctamente la cimentación (monobloques y macizos independientes).
  - Montaje de crucetas, aisladores, herrajes y aparamenta, preparando los dispositivos para la realización del tendido de los conductores (poleas sobre aisladores, etc.).
  - Tendido de conductores, realizando el acopio correcto de las bobinas, el tensado del conductor sobre las poleas, arriostramiento de los apoyos cuando sea necesario, engrapado de conductores sobre las cadenas de aisladores y comprobación de tensiones y flechas, según las tablas de tendido contenidas en el proyecto.
  - Realización de puesta a tierra de apoyos y aparamenta (picas individuales y anillos equipotenciales) y comprobación posterior del valor de la

© Ediciones Paraninfo

resistencia de puesta a tierra, valores de tensión de paso y contacto.

- Instalación y tendido de líneas subterráneas de alta tensión.
  - Marcado de trazas sobre el terreno donde se va a realizar la excavación para el alojamiento de los conductores.
  - Realización correcta del acopio de cables y su preparación para el tendido de los mismos (rodillos en zanja, cabrestantes, elementos de tiro mecánico, etc.).
  - Preparación de la zanja, inspeccionando la misma y acondicionándola para el tendido del cable (lecho de arena, colocación de tubos, etc.).
  - Tendido de cables en zanja, directamente enterrados o bajo tubo.
  - Realización de empalmes y terminaciones según las diferentes técnicas empleadas. Uniones (punzonado profundo y compactado hexadiédrico), empalmes y terminaciones (encintados, premoldeados en fábrica, premoldeados en campo, termorectréctiles, empalmes mixtos).
  - Realización de puesta a tierra de pantallas y armaduras *(single point, crossbonding, both end,* etc.).
- Verificación, mantenimiento y reparación de líneas de alta tensión.
  - Verificación de líneas aéreas y subterráneas de acuerdo a la normativa vigente (verificación inicial y periódica de líneas realizando los ensayos necesarios, inspección visual, termográfica, localización de averías en cables, etc.).
  - Realizar el mantenimiento y reparación de líneas aéreas (aisladores, herrajes, conductores, etc.), así como de cables, terminales y empalmes en líneas subterráneas, delimitando la zona de trabajo y colocando las tierras de protección correspondientes.
  - Realizar el mantenimiento o reparación de la aparamenta de maniobra y protección instalada en las líneas (seccionadores, interruptores, fusibles, autoválvulas, etc.).
  - Gestión de maniobras, solicitando los descargos y reposiciones correspondientes, para realizar los trabajos de mantenimiento y reparación correspondientes.
- Manejo de aparatos de medida y herramientas.
  - Herramientas utilizadas en instalaciones eléctricas de alta tensión: tipos y manejo.
  - Manejo de aparatos de medida de magnitudes mecánicas (dinamómetros, equipos de tracción mecánica, etc.).
  - Manejo de aparatos de medida de magnitudes eléctricas (medidores de resistencia, tensiones de paso y contacto).
  - Manejo de aparatos de medida para verificación y control (medidores de tangente de delta, medidores de aislamiento, etc.).

© Ediciones Paraninfo